

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
POLO UNIVERSITÁRIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SOCIEDADE E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
BACHARELADO EM GEOGRAFIA

MARIA EMÍLIA GOMES VIEIRA REIS

CARACTERIZAÇÃO MORFOTECTÔNICA COM BASE EM ANOMALIAS DE
DRENAGEM EM UM TRECHO DA SUPERFÍCIE APLAINADA DO LITORAL LESTE
FLUMINENSE EM DORES DE MACABU E ÁREAS ADJACENTES (CAMPOS DOS
GOYTACAZES/RJ)

CAMPOS DOS GOYTACAZES
DEZEMBRO DE 2019

MARIA EMÍLIA GOMES VIEIRA REIS

CARACTERIZAÇÃO MORFOTECTÔNICA COM BASE EM ANOMALIAS DE
DRENAGEM EM UM TRECHO DA SUPERFÍCIE APLAINADA DO LITORAL LESTE
FLUMINENSE EM DORES DE MACABU E ÁREAS ADJACENTES (CAMPOS DOS
GOYTACAZES/RJ)

Trabalho apresentado ao curso de Bacharelado
em Geografia pela Universidade Federal
Fluminense, Polo Universitário Campos dos
Goytacazes, como um dos requisitos para a
conclusão do curso em Geografia.

Orientador:

Prof. Dr. Thiago Pinto da Silva

Campos dos Goytacazes, RJ

Dezembro de 2019

MARIA EMÍLIA GOMES VIEIRA REIS

CARACTERIZAÇÃO MORFOTECTÔNICA COM BASE EM ANOMALIAS DE
DRENAGEM EM UM TRECHO DA SUPERFÍCIE APLAINADA DO LITORAL LESTE
FLUMINENSE EM DORES DE MACABU E ÁREAS ADJACENTES (CAMPOS DOS
GOYTACAZES/RJ)

Trabalho apresentado ao curso de bacharelado
em Geografia pela Universidade Federal
Fluminense, Polo Universitário Campos dos
Goytacazes, como um dos requisitos para a
conclusão do curso em Geografia.

Aprovado em 19 de dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Thiago Pinto da Silva UFF – Universidade Federal Fluminense
Orientador

Prof^ª. Dr^ª. Maria Carla Barreto Santos – UFF – Universidade Federal Fluminense

Me. Anadelson Martins Virtuoso – UFF – Universidade Federal Fluminense

Campos dos Goytacazes

2019

AGRADECIMENTOS

À minha mãe e irmão Márcia Cristina Gomes Vieira Reis e Pedro Paulo Vieira Reis Júnior, pelo apoio, incentivo e suporte em todas as decisões que tomo nesta vida.

À minha tia Marizi Gomes Michalsky, por ser uma das minhas maiores incentivadoras durante toda minha vida estudantil.

Ao meu orientador Thiago Pinto da Silva, pela paciência, conselhos e amizade ao longo de toda graduação.

À Claudio Nelson dos Santos Ribeiro, motorista da UFF, cuja simpatia nos proporcionou a entrada na propriedade onde foi realizado o ponto DM01.

Aos amigos e companheiros de turma Bruno Moraes, Gustavo Brandão, Alice Comelli, Ana Paula Camillo, Caroline Moura e Nathan Dória, pelas risadas e momentos maravilhosos que passamos ao longo do curso.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma caracterização morfotectônica com base em anomalias de drenagem, das Cartas topográficas de escala 1:50000 São Fidélis (limitado a norte pelo Rio Paraíba do Sul), Dores de Macabu e Carapebus (limitado a sul pelo Rio do Genó). O local da pesquisa encontra-se adjacente à Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul dentro do Sistema de Rifites Cenozóicos do Sudeste do Brasil, o que sugere a ação neotectônica na região. A metodologia utilizada foi a de localização e classificação de anomalias de drenagem como cotovelo com divisores planos, colineares com divisores planos e não colineares com divisores planos, identificação de feições geométricas que indicam ocorrência de fraturas. Como resultado, identificou-se um predomínio de ocorrência de anomalias de drenagem entre duas falhas NE-SW, que evidenciam controle morfotectônico na região e à insere no contexto morfotectônico do Rift Continental do Sudeste do Brasil.

Palavra chave: Morfotectônica, Anomalias de Drenagem, Neotectônica.

ABSTRACT

The objective of the present work was to perform a morphotectonic characterization based on drainage anomalies of the 1: 50000 São Fidélis topographic maps (limited to the north by the Paraíba do Sul river), Dores de Macabu and Carapebus (limited to the south by the Rio do Geno). The research site is adjacent to the Paraíba do Sul River Shear Zone within the Cenozoic Rifite System of Southeastern Brazil, suggesting neotectonic action in the region. The methodology used was the location and classification of drainage anomalies as elbow with flat dividers, collinear with flat dividers and non-collinear with flat dividers and the identification of geometric features that indicate occurrence of fractures. As a result, a predominance of drainage anomalies was identified between two NE-SW faults, which show morphotectonic control in the region and inserts it into the morphotectonic context of the Southeast Continental Rift.

Keyword: Morphotectonics, Drainage Anomalies, Neotectonics.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	9
2- ÁREA DE ESTUDOS	10
2.1- Localização Cartográfico e Geográfico	10
2.2- Geologia.....	11
2.2.1- Meso/Neoproterozoico	13
Unidade São Fidélis – Mnps.....	13
2.2.2- Neoproterozoico/Cambriano	13
Suíte Desengano (Ny2d)	13
Suíte Bela Joana (Ny2b)	14
2.2.3- Cenozoico/Terciário	14
Grupo Barreiras (Tb)	14
2.2.4- Cenozoico/Quaternário	14
Depósitos colúvio-aluvionares (qc).....	14
Depósitos Fluviolagunares (Qhfl)	14
2.2- Geomorfologia.....	15
2.2.1- Superfície Aplainada do Litoral Leste Fluminense	15
2.2.2- Escarpas Serranas (Serra do Imbé)	16
2.2.3- Depressões Interplanálticas com Alinhamento Serranos Escalonados	16
2.2.4- Tabuleiros de Quissamã	16
2.2.5- Planícies Flúvio Marinhas (Baixada Campista)	16
3- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1- Neotectônica	17
3.2- Morfotectônica.....	18
3.3- Evolução Do Srcsb e Riftes Continental.....	18
4- METODOLOGIA	22

4.1- Anomalias De Drenagem	22
4.2- Análises Estruturais E Neotectônica	25
5- RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
5.1- Anomalias de Drenagem.....	29
5.2- Analise De Estruturas Neotectônicas.....	37
6- CONCLUSÕES.....	42
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

1- INTRODUÇÃO

O Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB) corresponde a um dos principais registros das reativações tectônicas da Plataforma Sul-Americana. Sua evolução está associada à ruptura do Gondwana no período Jurássico e a esforços durante o Cenozóico. O RCSB abrange as bacias de Taubaté, Resende, Volta Redonda e Itaboraí, bem como, as serras da Mantiqueira e do Mar (Riccomini, 1989). Zalan e Oliveira (2005) caracterizaram as serras e vales do RCSB no Sudeste como uma sucessão de Grábens e Horstes escalonados ao qual denominaram de Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil (SRCSB).

A área de estudos desse trabalho abrange rochas que foram formadas em 3 distintos momentos tectônicos: Margem passiva neoproterozoica do complexo Paraíba do Sul, Sin-colisional do Rio de Janeiro e coberturas fanerozoicas/cenozoicas e apresenta a evolução de seu relevo associada às diferentes estruturas e litologias, encontra-se adjacente ao SRCSB em sua porção sul e apresenta feições morfoestruturais que sugerem a ocorrência de atividades neotectônicas, uma vez que estas, são bem representadas na rede de drenagem, refletindo-se em anomalias de drenagem, como divisores planos, vales secos ou abandonados, vales assimétricos, cotovelos, canais afluentes com ângulos obtusos, confluência de mais de dois tributários, entre outros, como descritas por, Bishop (1995), Mello *et al.* (1999).

Diversos estudos foram realizados sobre a evolução tectônica cenozoica do SRCSB e sua relação com as feições morfotectônicas, em especial na região do médio e baixo vale do rio Paraíba do Sul, destacando-se os trabalhos de Silva *et al.* (2006), Mello *et al.* (1999), Silva (2012) e Ignácio (2017). Entretanto, nota-se que a área de interesse deste trabalho, carece de estudos teóricos e práticos neste aspecto, o que motivou a realização desta pesquisa. Portanto, o presente trabalho propõe a investigação e caracterização morfotectônica da área de estudos proposta, com o fim de contextualizar a mesma no SRCSB através do diagnóstico de unidades estruturais afetadas por tensões com a geração de falhas impulsionados por movimentos Neotectônicos.

A investigação proposta pelo trabalho teve como objetivo geral realizar uma caracterização morfotectônica da região através das cartas em escala 1:50.000 de Dores de Macabu, porção Sul da carta São Fidélis e Porção Norte da carta Carapebus, tendo o principal foco a identificação e caracterização de anomalias de drenagem para discriminar as áreas de ocorrência e de padrões de atividades tectônicas.

Como objetivos específicos procurou-se realizar:

- Análise da geomorfologia da área de estudo com finalidade de identificar áreas potencialmente atingidas por movimentação neotectônica;
- Identificação das estruturas neotectônicas;
- Investigar evidências de controle litológico das áreas que apresentem anomalia;
- E contribuir com novos dados para sistematização do conhecimento acerca da evolução morfotectônica do Sudeste brasileiro.

2- ÁREA DE ESTUDOS

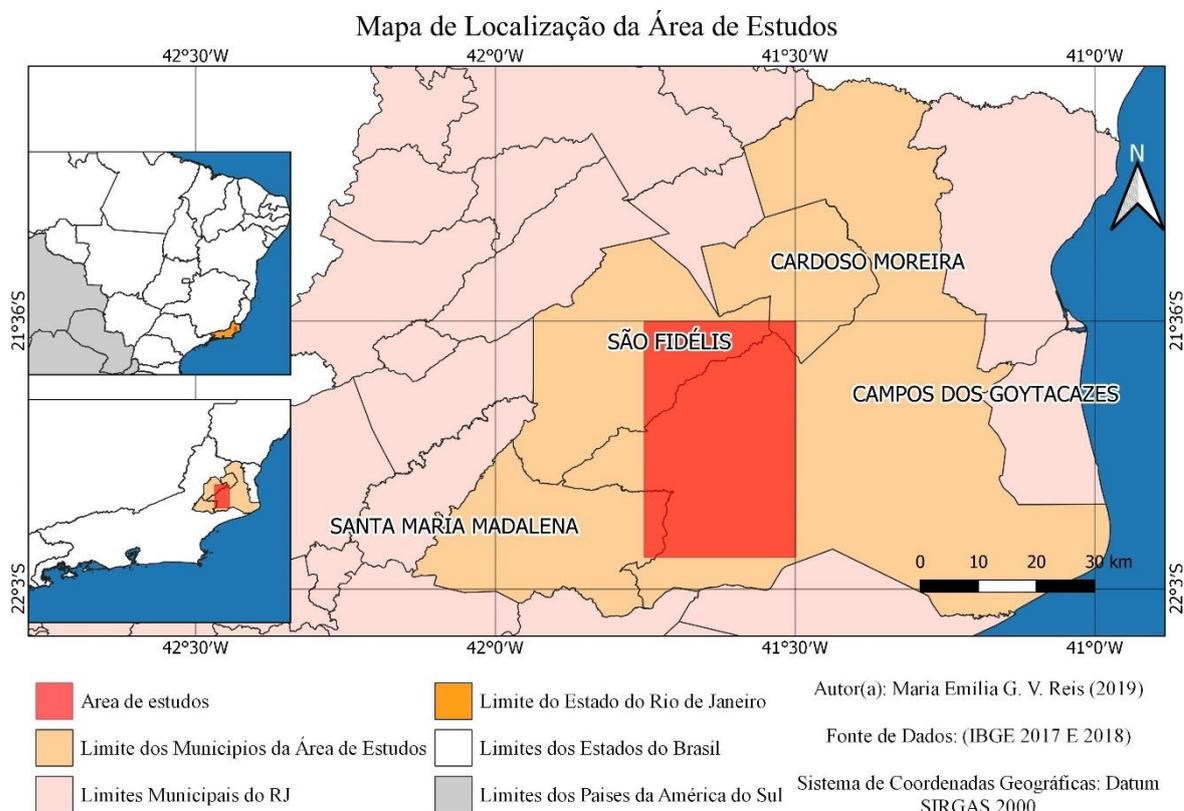
2.1- Localização Cartográfica e Geográfica

A área de estudos está localizada na região Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, abrange majoritariamente os municípios de Campos dos Goytacazes e São Fidélis, mas abrange parte dos municípios de Santa Maria Madalena e Cardoso Moreia, sua principal via de acesso é a BR 101 (Figura 1).

O estudo baseou-se nas cartas topográficas de escala 1:50.000 retiradas do portal do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Foram utilizadas as cartas Dores de Macabu, São Fidélis (limitado a norte pelo Rio Paraíba do Sul) e Carapebus (limitado a sul pelo Rio do Genó), uma vez que nesta área estão contidas as drenagens que confluem, pela margem esquerda, para Lagoa de Cima.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudos.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudos.



Fonte: Autoria própria.

2.2- Geologia

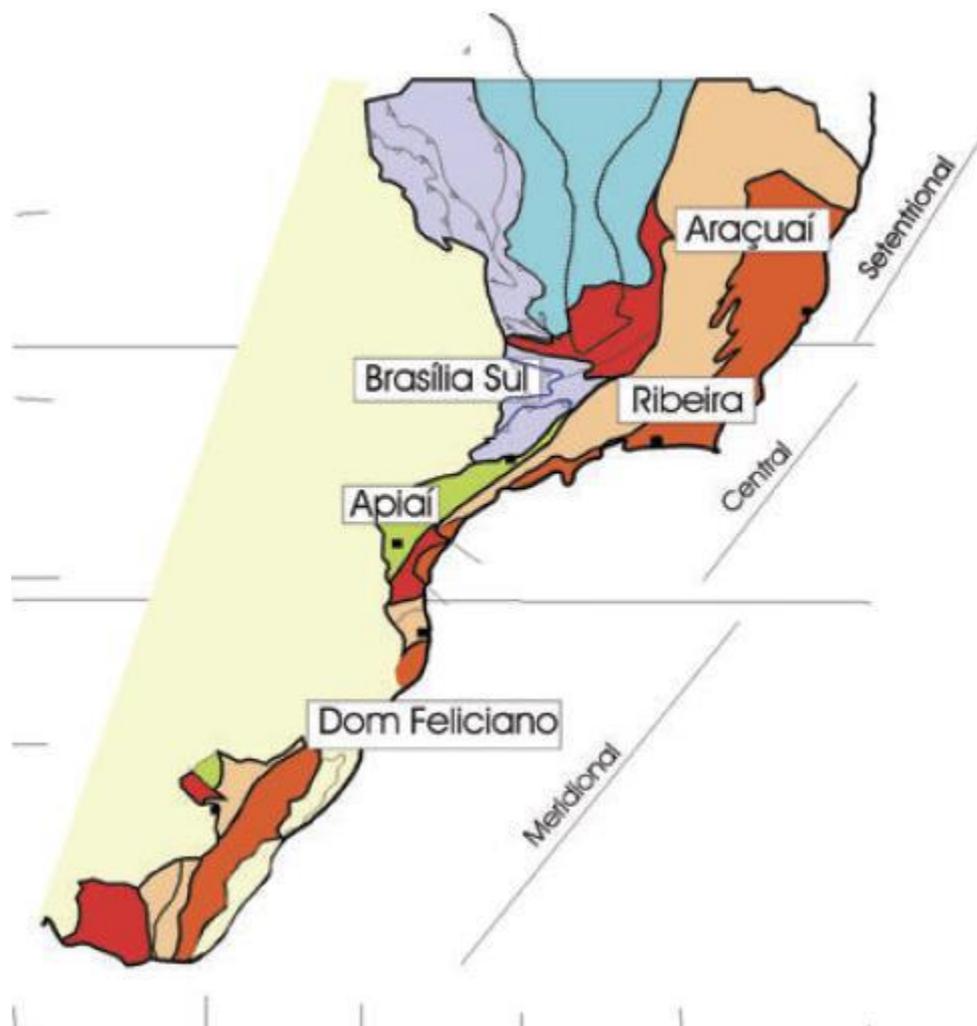
O estado do Rio de Janeiro está situado geotectonicamente na província Mantiqueira, que se estende do Uruguai ao Sul da Bahia ao longo de uma faixa de direção NE-SW paralela à costa brasileira. Caracteriza-se como um sistema de orógenos formados durante o Ciclo Brasileiro, entre o Neoproterozoico e o Cambriano, que resultou na amalgamação do paleocontinente Gondwana Ocidental e na estruturação do embasamento da Plataforma sul-americana (Heilbron *et al.*, 2004).

Orógeno, no sentido geotectônico, é um produto da interação convergente de placas litosféricas que pode gerar como produto: Arcos de ilhas (como o Japão), Arco magmático de margem continental ativa (do tipo andino) ou cadeias de montanhas intracontinentais (tal qual o Himalaia).

Segundo Almeida *et al.* (1981), o Sistema Orogênico Mantiqueira é constituído pelos Orógenos Araçuai, Ribeira, Dom Feliciano e São Gabriel, e pela zona de interferência entre os

Orógenos Brasília e Ribeira (Figura 2). A formação do Orógeno da Ribeira, onde está inserida a área de estudos deste trabalho, ocorreu pelo movimento colisional entre o Cráton de São Francisco e a placa do Congo durante o ciclo Brasiliano.

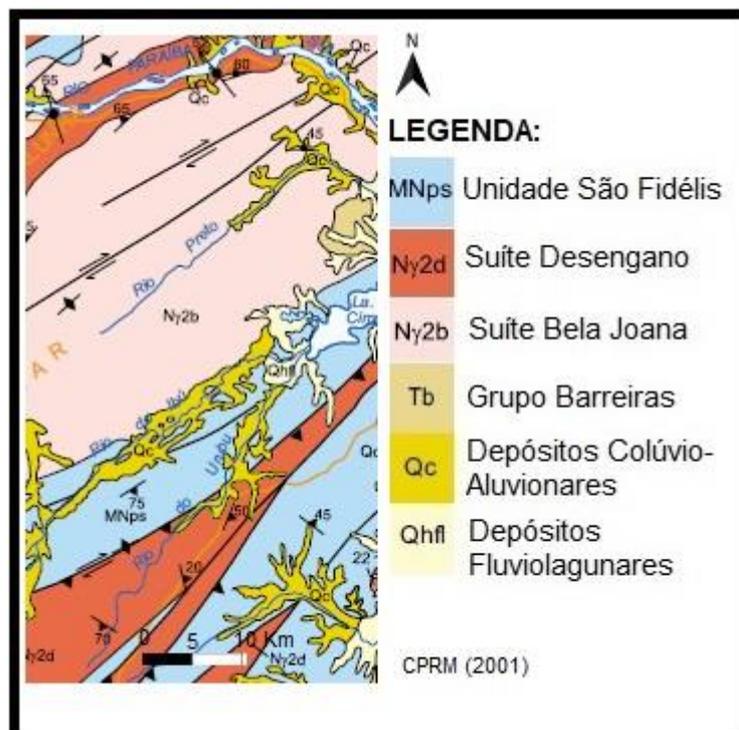
Figura 2: Subdivisão do Sistema Orogênico Mantiqueira: o segmento setentrional é representado pelo Orógeno Araçuai; o segmento central inclui a porção sul do Orógeno Brasília e os orógenos Ribeira e Apiaí; e o segmento meridional inclui os orógenos Dom Feliciano e São Gabriel.



Fonte: Heilbron, 2004.

As litologias da área de estudos de acordo com A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Serviço Geológico do Brasil CPRM (2001), são representadas pelas seguintes unidades:

Figura 3: Imagem representando o mapa geológico da área de estudos.



Fonte: Extraído e adaptado de CPRM 2001.

2.2.1- Meso/Neoproterozoico

Unidade São Fidélis – Mnps

Embasamento retrabalhado do complexo Mantiqueira é composto por metassedimentos detríticos, pelito-grauvaqueanos: granada-biotita-(sillimanita) gnaisses quartzo-feldspáticos, xistos grafitosos e com menor ocorrência intercalação de quartzitos rochas metacarbonáticas e calcissilicáticas (ca), além de corpos de anfibolitos. Em domínios menos deformados podem ser percebidas localmente estruturas de ressedimentação, decorrentes de fluxos turbidíticos.

2.2.2- Neoproterozoico/Cambriano

Suíte Desengano (Ny2d)

Formado por granitos S como metassedimentos do Complexo Paraíbado Sul, integrando o denominado Complexo São Fidélis-Pão de Açúcar.

Os granitóides formam uma extensa sucessão de pães de açúcar no vale do Desengano, destacando-se dos paragnaisses. No extremo-norte desse domínio, os granitóides passam a apresentar frequentes manchas de granada charnockito.

Suíte Bela Joana (Ny2b)

Pertencente ao Complexo Charnockítico, integrante da Associação Paraíba do Sul engloba granitóides com texturas e estruturas magmáticas bem preservadas.

2.2.3- Cenozoico/Terciário

Grupo Barreiras (Tb)

O Grupo Barreiras aflora na região de Carapebus-Quiçamã e apresenta pacote sedimentar constituído de três unidades: areias grossas a conglomeráticas, com matriz caulínica e estruturas de estratificação cruzada planar na base do pacote; uma unidade intermediária composta de interlaminações de areias grossas quartzosas com matriz areno-argilosa e argilas arroxeadas levemente arenosas; e, no topo do pacote, um nível de argilas de cores vermelha e branca.

2.2.4- Cenozoico/Quaternário

Depósitos colúvio-aluvionares (qc)

A deposição dos sedimentos colúvio-aluvionares iniciou-se provavelmente no Terciário, e os processos responsáveis por sua gênese perduraram por todo Quaternário. As fácies proximais envolvem cascalhos, areias e lamias resultantes da ação de processos de fluxos gravitacionais e aluviais de transporte de material de alteração das vertentes. O acúmulo de material detrítico originou rampas de colúvio (predomínio de material fino) e depósitos de tálus (predomínio de material grosseiro) junto à base e à meia-encosta dos morros.

Depósitos Fluviolagunares (Qhfl)

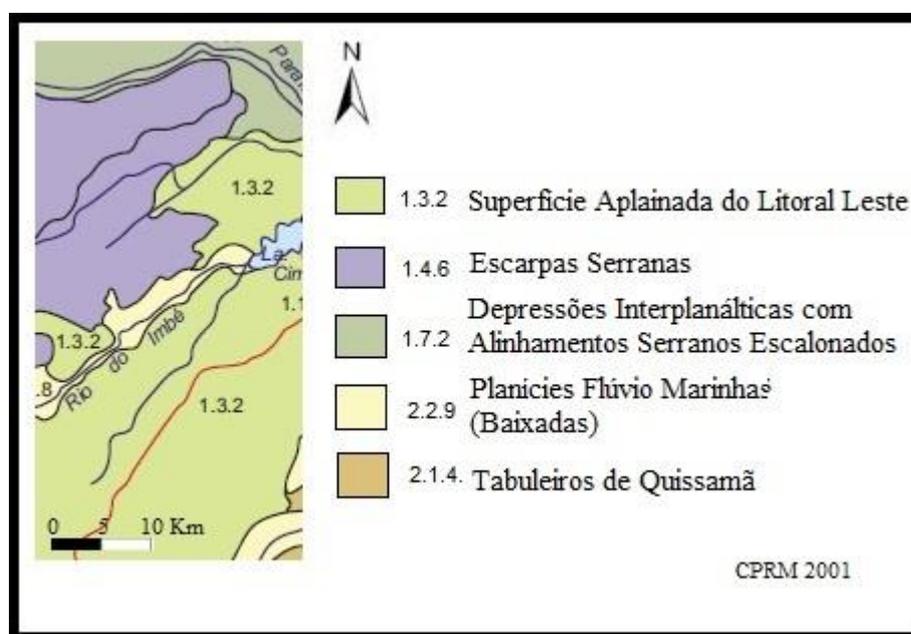
Os depósitos Flúvio-Lagunares estão geneticamente relacionados a episódios distintos de progradação fluvial sobre um ambiente transicional/marinho raso. Litologicamente, estes depósitos encontram-se registrados na área através de uma extensa sedimentação superficial

areno-lamosa, sobrejacente acamadas de areias biodetríticas e sedimentos lamosos de fundo lagunar. Em algumas áreas tem-se a presença de turfas.

2.2- Geomorfologia

A área de estudos desse trabalho abrange, segundo CPRM (2001), cinco domínios geomorfológicos do estado do Rio de Janeiro: Superfície Aplainada do Litoral Leste Fluminense, Escarpas da Serra do Imbé, Depressões Interplanálticas com Alinhamentos Serranos Escalonados Tabuleiros de Quissamã e Baixada Campista.

Figura 4: Imagem representando o mapa geomorfológico da área de estudos



Fonte: Extraído e adaptado de CPRM 2001.

2.2.1- Superfície Aplainada do Litoral Leste Fluminense

A Superfície Aplainada do Litoral Leste Fluminense consiste numa extensa zona colinosa, com topografia uniforme e topos nivelados de baixa amplitude de relevo em cotas que variam de 40 a 100 m de altitude. Caracteriza-se por uma depressão marginal entre as escarpas das serras de Macabu e Imbé e a Baixada Campista. Delimita-se com as extensas baixadas fluviais e flúvio-lagunares dos rios Macabu e Imbé, com esparsa ocorrência de colinas isoladas. O domínio colinoso também abrange grande extensão nesse trecho da superfície aplainada. A área é drenada tanto por tributários do rio Macabu e da lagoa Feia

(rios da Prata e do Gino), quanto por tributários do rio do Imbé e da lagoa de Cima (rios Zangado e do Urubu).

2.2.2- Escarpas Serranas (Serra do Imbé)

A Escarpa da Serra do Imbé apresenta orientação SW-NE e caracteriza-se, a oeste, como um relevo de transição entre a zona montanhosa do alto curso da bacia do rio Macabu e o planalto reverso da Região Serrana. Em direção a leste, esse escarpamento caracteriza-se com um relevo de transição entre os terrenos planos, colinas e morros da planície fluvial do rio do Imbé e da superfície aplainada do litoral leste fluminense e a escarpa reversa da serra do Desengano.

2.2.3- Depressões Interplanálticas com Alinhamento Serranos Escalonados

As Depressões Interplanálticas com Alinhamento Serranos Escalonados são representadas por terrenos colinosos de baixa amplitude de relevo em alternância com alinhamentos de cristas serranas de elevada amplitude de relevo ao longo do interior do estado do Rio de Janeiro. Trata-se de uma extensa unidade caracterizada por colinas, morrotes e morros baixos de baixa amplitude de relevo, com vertentes convexo-côncavas de gradiente suave a médio e topos arredondados e nivelados

2.2.4- Tabuleiros de Quissamã

Os Tabuleiros de Quissamã representam uma superfície de tabuleiros pouco dissecados embasados por sedimentos do Grupo Barreiras, correlacionados ao Terciário Superior (Mioceno/Plioceno) e Pleistoceno Inferior. Esses tabuleiros situam-se entre a planície fluviolagunar do baixo curso do rio Macabu, a norte, e os feixes de cordões arenosos de Jurubatiba, a sul.

2.2.5- Planícies Flúvio Marinhas (Baixada Campista)

Na área de estudos, a Planície Flúvio Marinha é representada pela baixada campista, que abrange uma expressiva área do Norte Fluminense e é caracterizada por uma importante baixada fluviolagunar isolada do oceano pelas planícies costeiras de Jurubatiba e da desembocadura do rio Paraíba do Sul, durante o último máximo transgressivo no Holoceno. A Baixada Campista delimita-se, a sul e a leste, pelas planícies costeiras de

Jurubatiba e da foz do rio Paraíba do Sul; a norte, com os tabuleiros de São Francisco de Itabapoana; e a oeste, com os tabuleiros de Quissamã e com o relevo colinoso da superfície aplainada do litoral leste fluminense. Notam-se, frequentemente, depósitos arenosos inseridos na baixada, tratando-se de resquícios de antigos cordões litorâneos de idade pleistocênica.

A Baixada Campista abrange os baixos cursos dos rios Paraíba do Sul e Muriaé e de rios que convergem para a lagoa Feia, tais como os rios Macabu e da Prata. O rio Ururá interliga as lagoas de Cima e Feia, escoando para essa última toda a vazão dos rios do Imbé e Preto.

3- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1- Neotectônica

O Ramo da “neotectônica” foi definido por Fossen (2012), como aquele que aborda os movimentos crustais recentes e ativos e os campos de esforços presentes. Entretanto o termo foi utilizado pela primeira vez para definir movimentos da crosta que ocorreram a partir do Terciário Superior e no Quaternário por Obruchev em 1948. A Comissão de Neotectônica da Associação Internacional de Estudos do Quaternário – INQUA (1978 *apud* Mello, 1997), considera movimento neotectônico como “quaisquer movimentos ou deformação do nível geodésico de referência, seus mecanismos sua origem geológica, independentemente de sua idade.”

O campo da Neotectônica foi definido por Summerfield (1987) como sendo o estudo das deformações ocorridas no Cenozóico tardio, documentada nos últimos milhares de anos a partir de evidências geomorfológicas, geodésicas, geofísicas, geológicas e arqueológicas.

De acordo com Hasui (1990), os eventos neotectônicos estão diretamente relacionados à tectônica ressurgente. Esta é definida como uma manifestação tectônica intermitente de falhas em episódios separados por intervalos de estabilidade. Ainda segundo o autor, durante a atuação de um regime de esforços é mais fácil reativar uma falha preexistente do que nuclear uma nova falha. Assim sendo, a tectônica ressurgente tem fundamental importância na evolução da crosta continental, podendo envolver a reativação não apenas de uma falha ou de uma zona de cisalhamento isolada, mas de sistemas tectônicos inteiros.

O conceito de Neotectônica utilizado nesse trabalho é o definido por Silva (2006) como “movimentações tectônicas recentes que apresentam influência na configuração da morfologia atual”, ocorridos a partir do Neógeno.

3.2- Morfotectônica

Os termos Morfoestruturas e Morfotectônica possuem diferentes aplicações para análises geomorfológicas. Segundo Gerasimov & Mescherikov (1968, *apud* Silva *et al.*, 2006) uma morfoestrutura está relacionada a uma paisagem que possui um alto grau de evolução do relevo, o que forma um terreno que une um elemento estável (estrutura geológica pré-existente) com os agentes externos, que são dinâmicos. Cotton (1968, *apud* Silva *et al.*, 2006) destaca que o uso deste termo deve ser utilizado em análises de escala regional, quando referido a estudos que relacionar o controle litológico subjacente com o arranjo das feições de relevo.

Já o termo morfotectônica de acordo com Summerfield (1986, *apud* Silva, 2011) deve ser utilizado quando a elaboração das formas ou paisagens se processa sob o controle tectônico ativo. Para Gontijo (1999) a análise morfotectônica também pode ser utilizada para compreender a atividade neotectônica a partir das formas e feições por elas controladas. O conceito de morfotectônica ainda pode ser usado para compreender os processos de relação entre relevo e neotectônica, entendida como atividade tectônica recente de acordo com Panizza & Castaldini (1987, *apud* Silva, 2011).

Segundo Burbank & Anderson (2001, *apud* Silva, 2011), as feições morfotectônicas em margens passivas são peculiares e reconhecidas, principalmente, pela existência de diversas formas e características de relevo e de drenagem. Ainda nesse sentido Silva (2011), sugere que Summerfield (1987), compreende que as atividades neotectônicas são claramente evidenciadas a partir da análise da drenagem em relação qualquer feição morfotectônica, uma vez que esta, melhor distingue o controle tectônico dos outros fatores evolutivos a que está sujeita a paisagem, o que motivou a realização deste trabalho.

3.3- Evolução do Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil e Riftes Continental

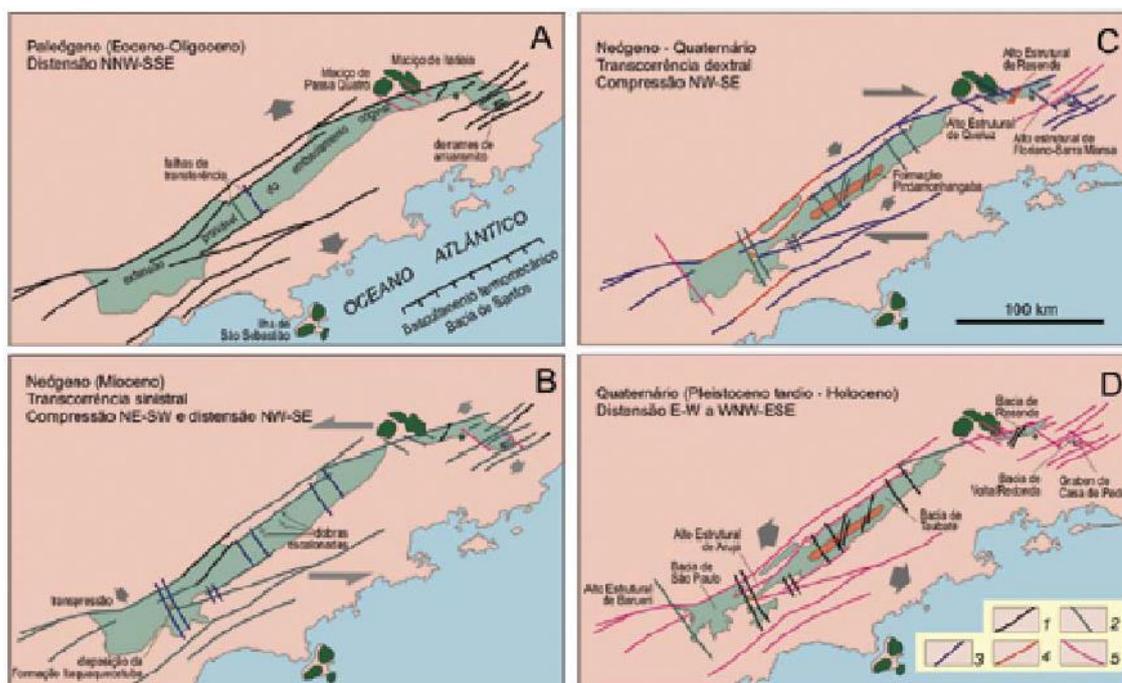
A Plataforma Sul-Americana esteve sujeita, no final do Jurássico, a um processo de reativação de antigas estruturas do embasamento, denominado Reativação Wealdeniana

(Almeida *et al.*, 1967 *apud* Riccomini *et al.*, 2004). A evolução desse processo, culminando com a ruptura continental e abertura do oceano Atlântico Sul, foi denominada Evento Sul-Atlântico por Schobbenhaus *et al.* (1984, *apud* Riccomini *et al.*, 2004).

Segundo Riccomini *et al.* (2004), o Rifte Continental do Sudeste do Brasil (RCSB) se trata de uma depressão alongada com aproximadamente 900 km de extensão, inserido entre as cidades de Tijucas do Sul, no Estado do Paraná, e a área submersa defronte Macaé, no Estado do Rio de Janeiro. O autor diz que ele foi instalado na Faixa Ribeira, de idade neoproterozoica, que inclui núcleos mais antigos.

A interpretação dos registros de atividade neotectônica feita por Riccomini (1989, *apud* Riccomini *et al.*, 2004) definiu uma sequência de quatro eventos tectônicos responsáveis pela formação e deformação do RCSB. Destes, segundo o limite cronológico proposto por Hasui (1990), apenas os três últimos podem ser considerados neotectônicos.

Figura 5: Esboços paleotectônicos da evolução do segmento central do Rift Continental do Sudeste do Brasil (Riccomini *et al.*, 2004). Legenda no quadro D: 1) falhas de componente predominante normal; 2) falha de componente transcorrente sinistral; 3) falha de componente transcorrente dextral; 4) falha de componente predominante reversa; 5) falha com movimentação não caracterizada.



Fonte: Riccomini (1989).

- 1ª Fase Tectônica (Eoceno-Oligoceno) - Distensão NNW-SSE

Na porção central do RCSB houve formação de uma depressão contínua, originada pela atuação de um regime distensivo de direção NNW-SSE, reativando, como falhas com caimento para o Oceano Atlântico, antigas zonas de cisalhamento brasileiras. Associado a este mecanismo tectônico, depositou-se uma sucessão sedimentar de leques aluviais e rios entrelaçados.

- 2ª Fase Tectônica (Neógeno) - Transcorrência Sinistral E-W

Uma primeira fase de deformação do RCSB, provavelmente oligocênica a neogênica, foi caracterizada como um regime de transcorrência sinistral de direção E-W, com extensão NW-SE e, localmente, compressão NE-SW. Se de idade neogênica, constituiria a primeira fase de deformação neotectônica.

- 3ª Fase Tectônica (Pleistoceno/Holoceno) - Transcorrência Dextral E-W

A terceira fase tectônica é representada por um binário E-W de transcorrência dextral, com compressão NW-SE, tendo sido admitida uma idade pleistocênica a holocênica. Este evento tectônico é muito bem marcado em todo o Sudeste brasileiro, tendo sido reconhecido por diversos autores (Riccomini, 1989; Baiense, 1989, 2011; Saadi, 1990; Miranda, 2009; Baiense, 2011; Mello, 1997; Silva, 2006, 2012; Morales et al., 1998; Gontijo, 1999; Ferrari, 2001; Albuquerque, 2004; Sanson, 2006; entre outros).

- 4ª Fase Tectônica (Holoceno) - Distensão NW(WNW)-SE(ESE)

A última fase tectônica identificada por Riccomini (1989) corresponde a um regime distensivo, com direção NW(WNW)-SE(ESE), afetando depósitos holocênicos preservados em terraços baixos.

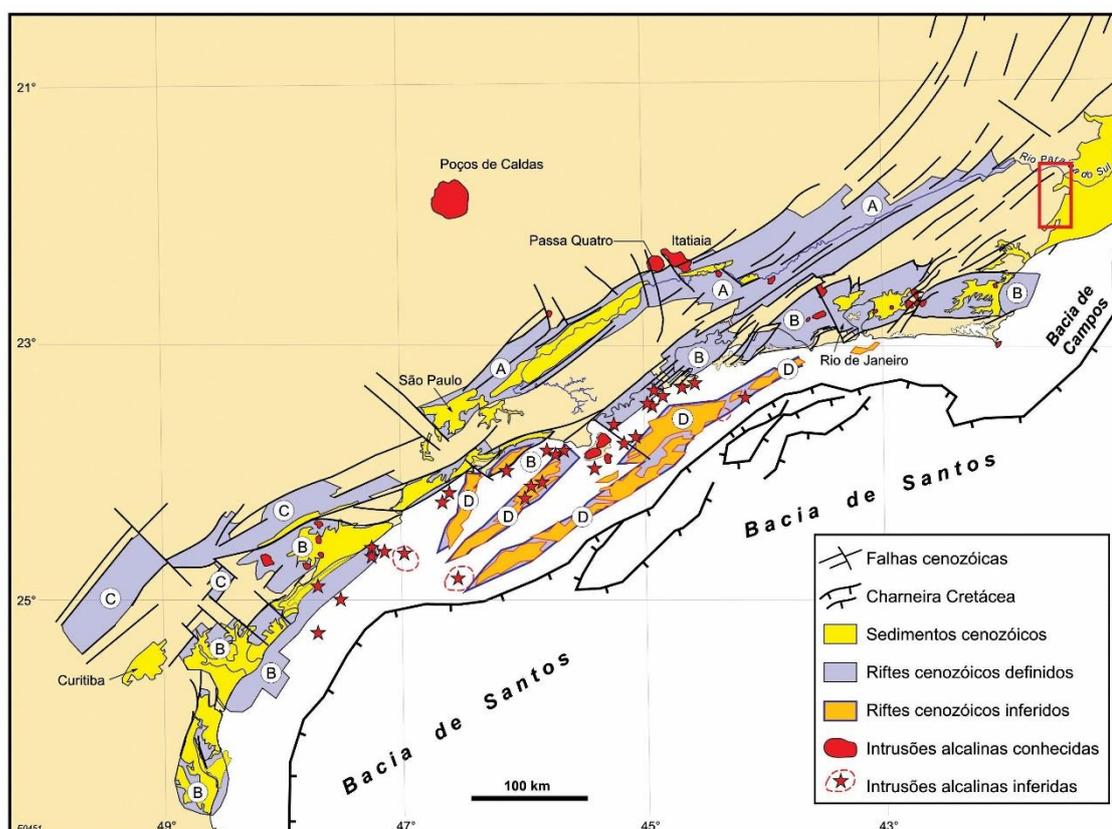
O processo de evolução tectônica mesozoica-cenozoica do Sudeste do Brasil está associado à evolução da área de estudo, dentro do contexto do Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil (SRCSB), termo proposto por Zalán & Oliveira (2005).

A região Sudeste, segundo Baiense (2011), sofreu reativação principalmente de descontinuidades de direção NE a NNE, nas faixas brasileiras Ribeira e Araçuaí, com movimentação compatível ao regime distensivo instalado, além de geração de novos falhamentos de direção NW-SE e E-W.

Zalán & Oliveira (2005) propuseram a denominação Sistema de Riftes do Sudeste do Brasil para agregar uma sequência de grábens de idade cenozóica que ocorrem do estado do Paraná até o norte do estado do Rio de Janeiro, na área entre a Serra do Mar e Serra da Mantiqueira e suas adjacências, inclusive em áreas litorâneas.

A área de estudos desse trabalho se encontra adjacente ao Sistema de Riftes de Cenozoico do Sudeste Brasileiro (Figura 6) e carece de investigações Morfoneotectônicas, o que motivou a realização desse trabalho.

Figura 6: Mapa de distribuição dos quatro riftes do SRCSB: (A) Paraíba do Sul, (B) Litorâneo, (C) Ribeira, e (D) Marítimo; em destaque área de estudos do presente trabalho.



Fonte: Zalán & Oliveira (2005).

4- METODOLOGIA

4.1- Anomalias De Drenagem

Segundo Howard (1967), a análise de drenagens pode indicar falhas estruturais indetectáveis por outros métodos, ele define uma anomalia de drenagem como uma discordância local da drenagem regional e/ou dos padrões de canais, sugerindo desvios topográficos ou estruturais.

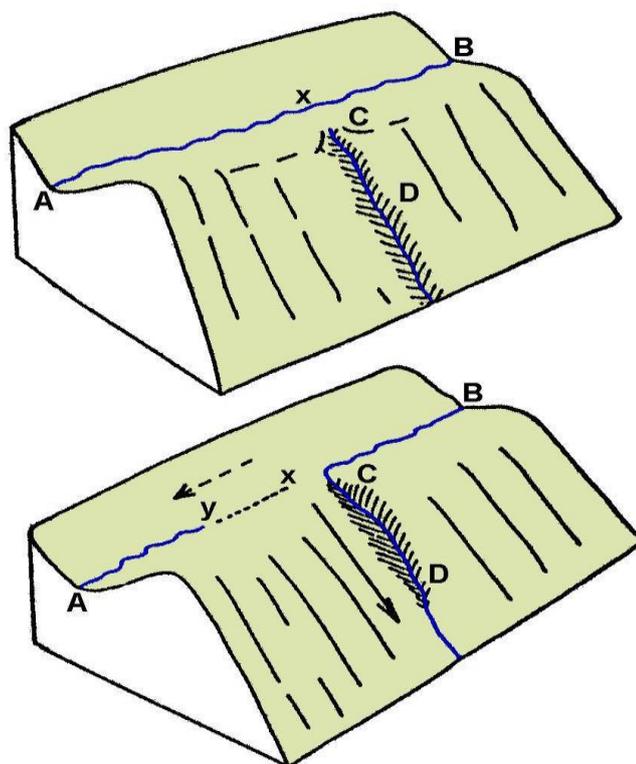
De acordo com Bishop (1982, *apud* Ignácio 2017), um canal fluvial tende a seguir o caminho mais fácil e que acompanhe a declividade regional. Sendo assim, a identificação da ocorrência de um trecho do canal com fluxo que discorde da declividade, sugere a imposição de um desvio que pode estar associado a uma litologia distinta ou a estruturas que podem, por sua vez, correlacionar-se a eventos neotectônicos. Ainda segundo este autor, as anomalias de drenagem são fruto do processo de reorganização da rede de drenagem e, podem ser entendidas como uma transferência de parte ou todo fluxo de um rio para outro e pode ocorrer através de atividade tectônica (figura 7).

De acordo com Bishop (1995), as feições morfológicas que mais evidenciam as capturas de drenagem são os vales secos (*Wind gaps*) e os cotovelos (*elbows of capture*), caracterizados como:

- Vales Secos (*Wind Gaps*): São identificados pela presença de vales secos com sedimentos fluviais entre o cotovelo e o novo trecho capturado, que é geralmente encachoeirado.

- Cotovelos (*Elbows of Capture*): constitui o ponto de captura do rio, sempre em ângulo agudo, quase sempre perpendicular à linha de drenagem anterior, e indica a direção da mudança do canal. Quando a drenagem apresenta grande número de cotovelos de captura é chamada de *barbed drainage*.

Figura 7: Formação de um cotovelo a partir de erosão agressiva, resultando na mudança da direção da drenagem, deixando um divisor plano entre elas.

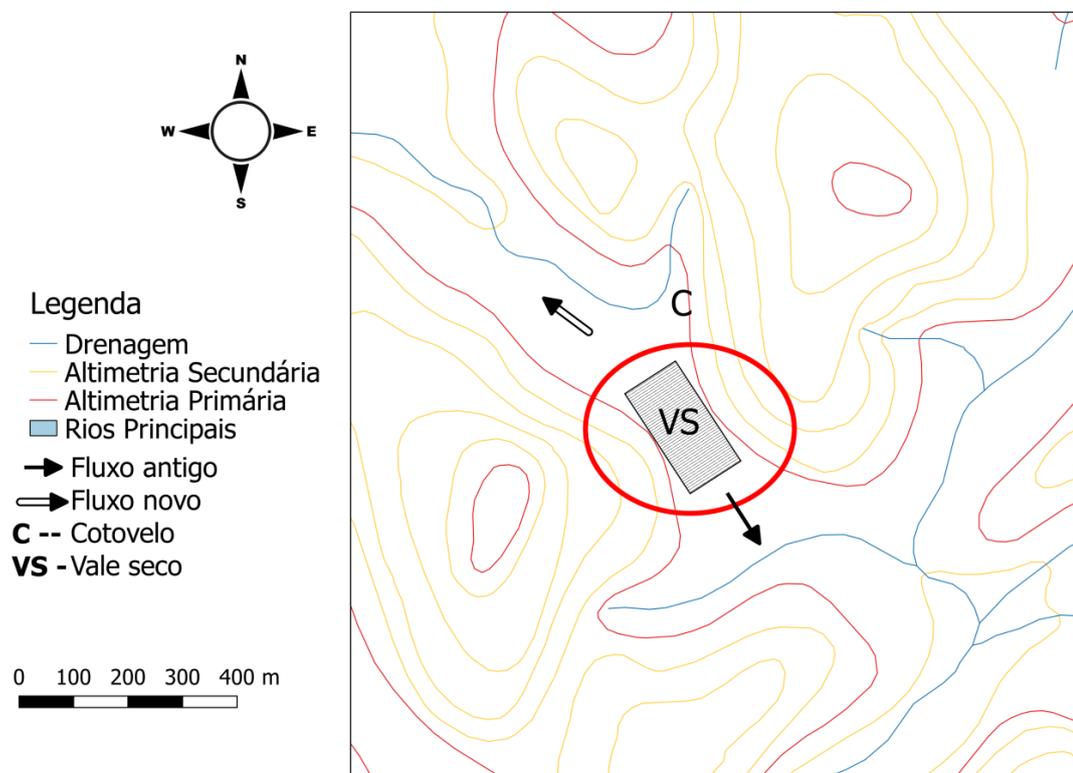


Fonte: Suguio (1999).

A metodologia utilizada neste trabalho foi baseada nas pesquisas de Bishop (1995), Mello (1995, 1999), Castro (2004), Ignácio (2017) e Moraes (2018). Consiste no reconhecimento de feições geomorfológicas controladas por atividades tectônicas recentes, a partir da análise da drenagem, evidenciando um controle tectônico da paisagem local.

As anomalias de drenagem foram classificadas a partir da identificação de divisores de drenagem planos e pela orientação das mesmas. As anomalias foram classificadas como canais colineares com divisores planos; canais não colineares com divisor plano; canais com presença de cotovelos, associados a divisores planos ou rebaixados, reconhecidos em curvas de nível nas cartas 1:50.000 de Dores de Macabú, São Fidélis e Carapebus.

Figura 8: Feição anômala de drenagem de canais colineares com divisores planos e com orientação NW-SE.



Fonte: Ignácio, 2017.

Canais colineares com divisores planos são identificados por linhas de drenagem com mesma orientação, mas sentidos de escoamento opostos. A observação do sentido de fluxos mais novos e mais antigos é de difícil observação, pois não há uma mudança abrupta de direção, como no caso dos cotovelos, sendo assim, indica-se a área de maior gradiente topográfico ou estrangulamento dos vales, como visto por Bishop (1995) e Mello (1995), que, devido ao fato de haver maior poder erosivo, marca o sentido mais recente da drenagem. Como exemplificado na figura 8.

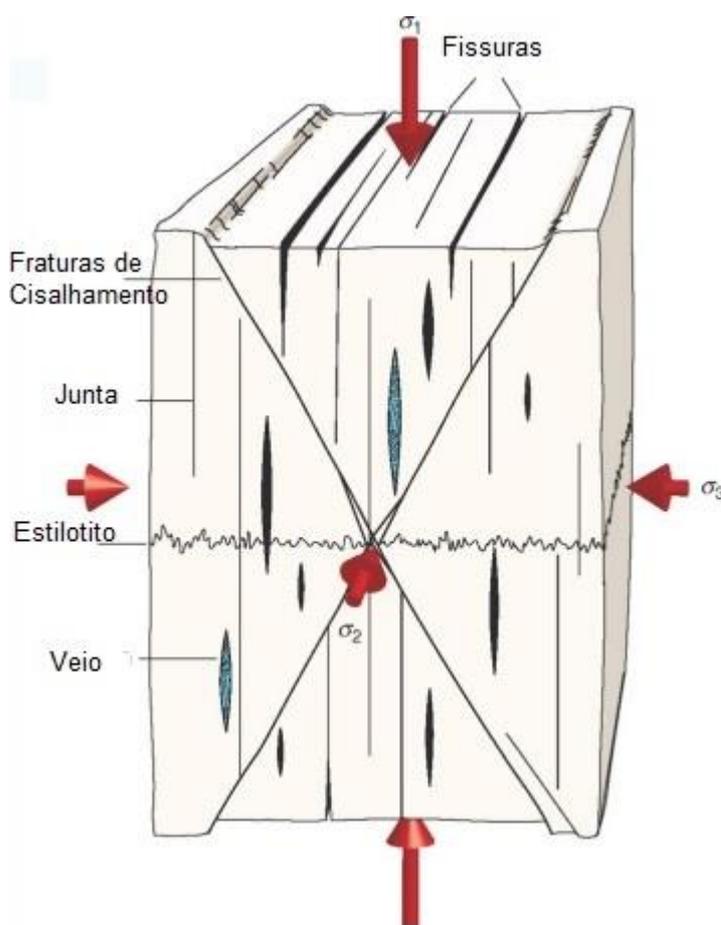
Drenagens não colineares com divisores planos podem ser indicadas de uma captura de uma drenagem pela outra, deixando entre elas um vale seco, provocado pelo aumento erosivo de um em relação ao outro, capturando assim, a linha de drenagem antiga.

Capturas de drenagem com cotovelos associados a divisores planos, mostram o sentido ortogonal ao caminho antigo da drenagem, deixando um vale seco como resultado.

4.2- Análises Estruturais E Neotectônica

No senso estrito, uma fratura é qualquer descontinuidade plana ou subplana, delgada em uma direção em comparação às outras duas e formada por esforço externo ou interno. Podem ser divididas, segundo Fossen (2012), em fraturas de cisalhamento (superfícies de deslizamento) e fraturas abertas ou de extensão (juntas, fissuras e veios) (Figura 9).

Figura 9: Orientação de vários tipos de fraturas em relação aos esforços principais.

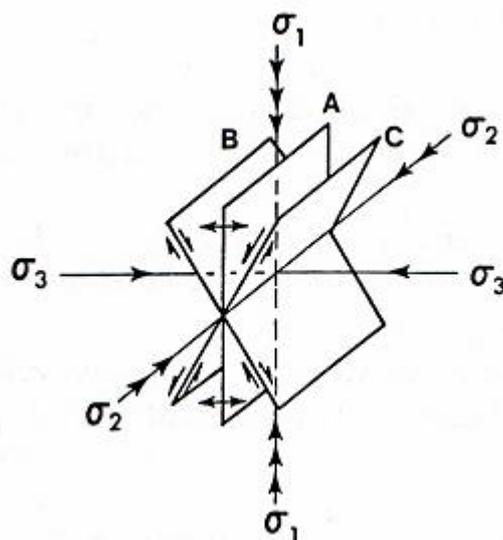


Fonte: Fossen, 2012.

O termo cisalhamento é utilizado em geologia para se referir ao produto da ação combinada entre a tensão, a deformação e o deslocamento de blocos de rochas da litosfera terrestre.

As fraturas podem ser classificadas de acordo com observações em experimentos laboratoriais, em afloramentos e em subsuperfície (Stearns & Friedman, 1972; Nelson, 2001, *apud* Miranda 2009) como fraturas distensivas e fraturas (de cisalhamento) Figura 10.

Figura 10: Planos de fratura desenvolvidos em laboratório em testes de compressão. (A) Fraturas distensivas; (B) e (C) fraturas de cisalhamento

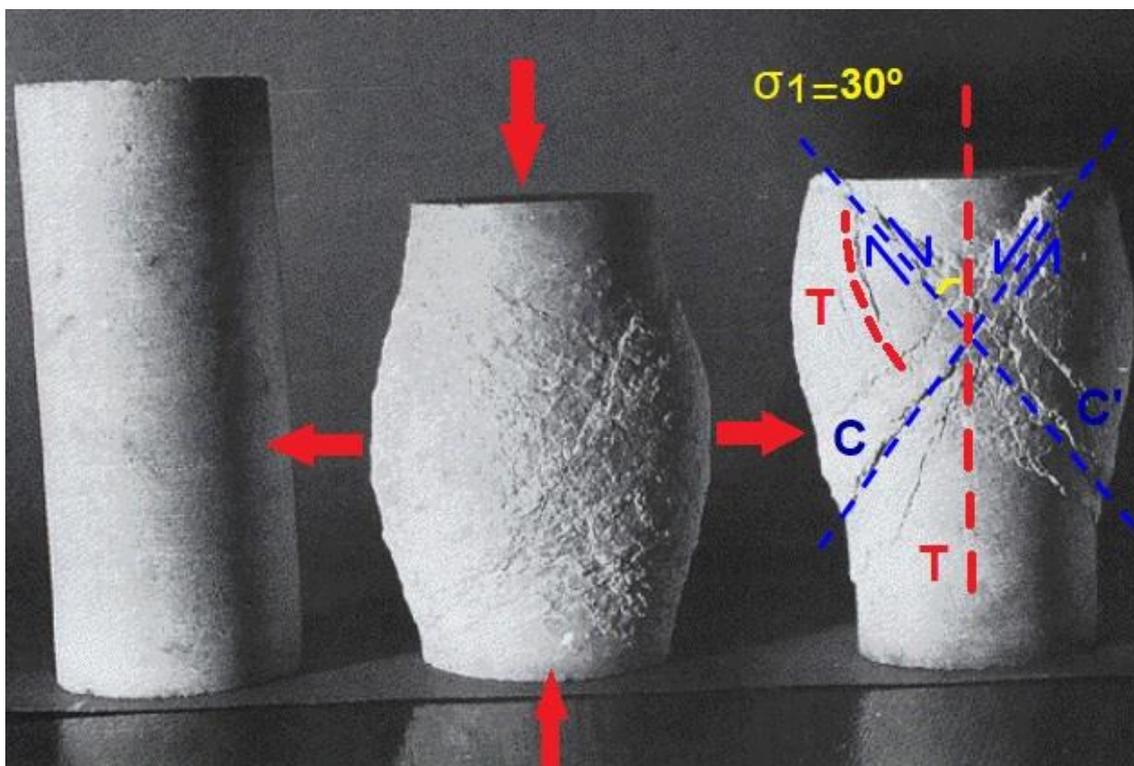


Fonte: Nelson, 2001.

Segundo Fossen (2012), quando uma rocha apresenta cisalhamento puro e comportamento rúptil, como na formação de sistemas conjugados de *Hosts* e *Grabens*, caracterizam-se processos de deformação que provocam movimentos no mesmo eixo de incidência (coaxial), porém com sentidos opostos são geradas fraturas de tensão ou partição (T) e fraturas de cisalhamento (que podem caracterizar um par conjugado C e C'). As fraturas T e C formam ângulos θ teóricos da ordem de 30° . Figura 11.

As fraturas T podem formar famílias e sistemas de juntas (com feições geométricas em forma de X ou Y) e as de cisalhamento tendem a evoluir para zonas de cisalhamento.

Figura 11: Modelo de fraturas de Anderson.

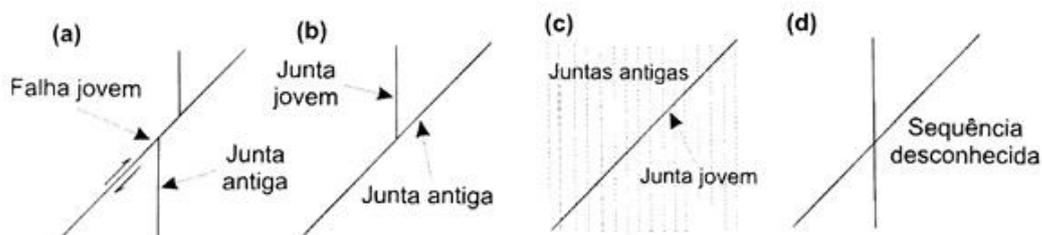


Fonte: Adaptado de Grotzinger & Press (2006).

Segundo Miranda (2009) fraturas tectônicas são aquelas cuja origem pode estar associada a um evento tectônico local e possui relação espacial específica relacionada a dobras e falhas. Ainda segundo este autor, planos de falhas são, por definição, planos de movimentação por cisalhamento. A maioria das juntas desenvolvidas na vizinhança das falhas são juntas de cisalhamento paralelas a essa, juntas de cisalhamento conjugadas à falha ou juntas distensivas na bissetriz do ângulo agudo entre essas duas direções de cisalhamento.

Dunne & Hancock (1994, apud Miranda, 2009) definiram quatro critérios para determinar a ordem de formação relativa de famílias de fraturas (Figura 12): a) onde uma fratura é cortada por uma falha, veio ou estilólito, a fratura é a estrutura mais antiga; b) o traço de uma fratura mais jovem acaba em outra mais antiga, porque a fratura mais jovem não consegue se propagar através de uma fratura mais antiga não preenchida; e c) onde traços curtos de pequenas fraturas preenchidas são cortados por um longo traço de uma fratura maior, as pequenas fraturas são as mais antigas. Onde ocorrem dois traços de fraturas que se cruzam mutuamente, suas idades relativas não podem ser determinadas, porque uma delas devia estar preenchida quando a outra se propagou sobre ela.

Figura 12: Formação de juntas.



Fonte: Dunne & Hancock, 1994.

Já as principais características de falhas normais foram bem definidas através de modelagem experimental com camadas de argila (Davis 1984 *apud* Fossen, 2012). Através do estiramento e um bloco de argila sobre uma folha de borracha formou-se padrões de falhas que apareceram nos experimentos são extremamente semelhantes aos encontrados na natureza tal qual a formação de sistemas conjugados de *Hosts* e *Grabens* com falhas inclinadas em direções opostas uma das outras cuja movimentação geral induz a formação de blocos afundados (*grabens*) e blocos levantados (*horsts*).

Angelier, 1994 e Dunne & Hancock, 1994 (*apud* Miranda 2009) diferenciou falhas e juntas de modo sintético no qual falhas são fraturas que resultam do deslocamento relativo entre blocos, com movimentação paralela ao plano da fratura e juntas são fraturas distensivas em que não é possível detectar qualquer evidência de cisalhamento.

Fossen (2012) afirma que, assim que uma fratura se forma, ela passa a representar um plano de fraqueza e uma nova acumulação de esforços poderá causar a reativação de fraturas preexistentes em um baixo nível de esforços, em vez de criar uma nova fratura por meios de crescimento e da conexão de microdefeitos da rocha.

O presente trabalho propõe a investigação e caracterização morfotectônica da área de estudos proposta, com o fim de contextualizar a mesma no SRCSB através do diagnóstico de unidades estruturais afetadas por tensões com a geração de falhas impulsionados por movimentos Neotectônicos.

No dia 09/10/2019 foi realizada uma atividade de campo para a verificação das hipóteses definidas e para investigação de possíveis feições estruturais que só poderiam ser identificadas em campo.

5- RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1- Anomalias de Drenagem

A partir da investigação realizada nas cartas topográficas de escala 1:50.000, foram identificadas feições anômalas de drenagem com a seguinte classificação, de acordo com Castro (2004), Ignácio (2017) e Moraes (2018): canais colineares com divisores planos; canais não colineares com divisores planos; canais com presença de cotovelos, associados a divisores planos.

As anomalias foram identificadas através da observação de linhas de drenagem sem separação por curva de nível entre elas, ou seja, por divisores planos, sem definição exata de localização do interflúvio. A observação desse tipo de característica através das cartas topográficas foi a forma escolhida para tais feições. Elas deixam marcas de fácil identificação na carta, como a presença de vales secos e mudança de direção abrupta, no caso dos cotovelos.

Foram mapeadas ao todo 126 anomalias de drenagem, e classificadas como colineares com divisores planos, ocorreram em 11 casos; não colineares com divisor plano, com 98 ocorrências; e cotovelos associados a divisores planos, com 17 casos. (Tabela 1).

Tabela I Classificação de três tipos de anomalias e suas quantificações

TIPO DE ANOMALIA	NÚMERO DE ANOMALIAS ENCONTRADAS	PORCENTAGEM %
Colineares com divisores planos	11	8,7
Não colineares com divisor plano	9	77,8
Cotovelos associados a divisores planos	17	13,5
Total	126	100

Na Carta São Fidélis, as análises foram limitadas a porção Sul do rio Paraíba do Sul, uma vez que as drenagens desta área convergem para Lagoa de Cima. Foram identificadas 17 feições anômalas, destas, 1 foi classificada como colinear com divisor plano, 15 não colineares com divisor plano e 1 como cotovelos associados a divisores planos (Apendice – Mapa 01).

A carta Dores de Macabú apresentou a maior parte das ocorrências de anomalias, foram 10 colineares com divisores planos; 81 não colineares com divisores planos e 15 cotovelos associados a divisores planos (Apêndice – Mapa 02).

Já em Carapebus, as análises foram limitadas à drenagem do Rio do Geno, na porção norte da carta topográfica. Foi identificada 1 anomalia não colinear com divisor plano e 1 cotovelo associado a um divisor plano (Apêndice – Mapa 03).

No trabalho de campo, realizado no dia 09/10/2019, foi possível verificar algumas evidências de atividade neotectônicas previamente investigadas na carta Dores de Macabu. Foram mapeados 9 pontos de interesse nomeados a partir da sigla da carta mapeada onde estavam inseridos, ou seja, DM. De modo geral, eles se localizam em um trecho da BR101, entre o posto de pesagem da ANTT (Agencia Nacional de Transportes Terrestres) e o Posto Timbozão. Os seguintes pontos apresentaram algum tipo de anomalia de drenagem:

Ponto DM01- UTM 7578804 / 24 S 0229196:

Neste ponto, foi confirmada a presença de um Cotovelo associado a um divisor plano, tal qual havia sido mapeado na carta 14, capturas de drenagem com cotovelos associados a divisores planos, mostram o sentido ortogonal ao caminho antigo da drenagem, deixando um vale seco como resultado.

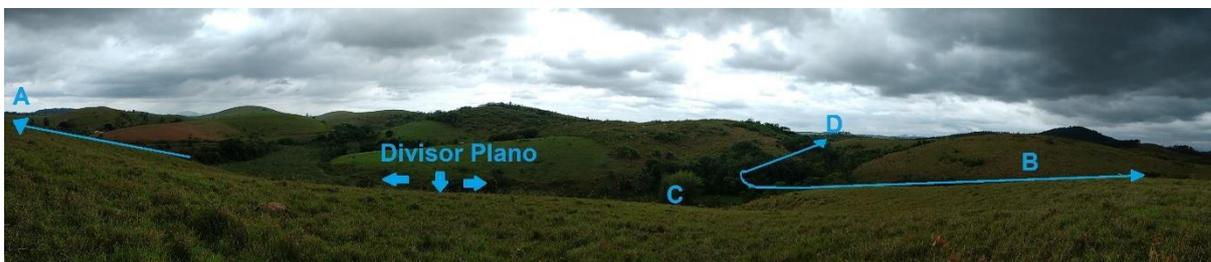
Figura 13: Acima, detalhe da anomalia de drenagem do ponto DM0 na carta Dores de Macabu. Abaixo detalhe da mesma anomalia em imagem de satélite retirada do *Google Maps* com a anomalia. A drenagem fluia de B para A, porem foi capturada por C e passou a correr para D.



Fonte: Autoria própria.

Em campo foi possível observar o sentido da captura de drenagem, que atualmente corre de para D, como observado na figura 14. É possível observar a mudança abrupta na direção do escoamento, demarcado pelo ponto C, evidenciando um aumento erosivo no sentido da linha do antigo canal, que na imagem se encontra destacado como divisor plano.

Figura 14: Fotografia tirada em atividade de campo com anomalia destacada. A drenagem que corria de B para A sofreu captura no ponto C, atualmente a drenagem corre de B para D.

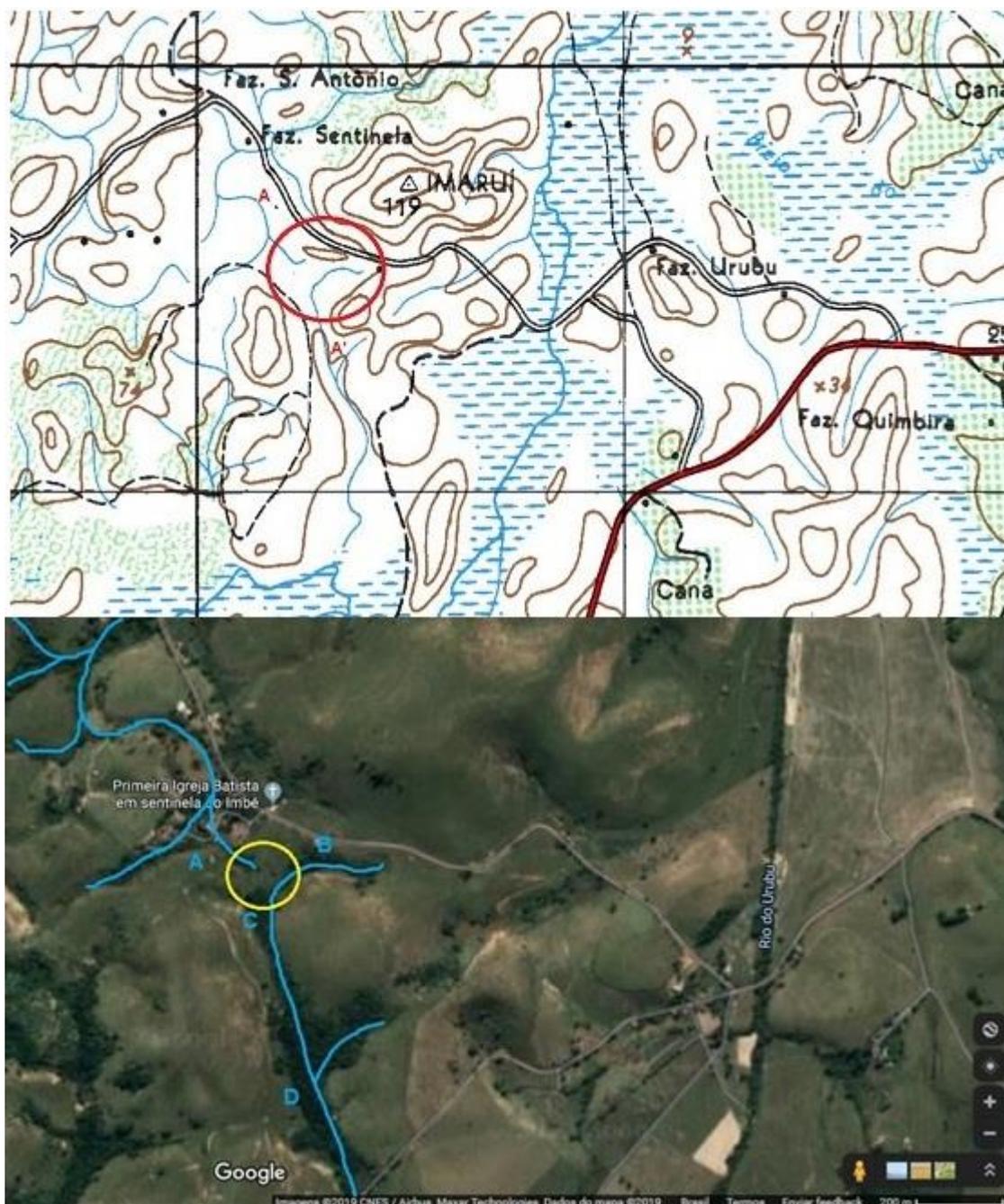


Fonte: Arquivo pessoal.

Ponto DM02 – UTM: 7579107 / 24 S 0230645:

Este ponto encontra-se a 1,38 quilômetros de DM01 e também foi classificado como cotovelo associado a um divisor plano. É possível observar a captura de drenagem conforme o modelo proposto por Suguio (1999) (Figura 15), nota-se que a drenagem corria de B para A, mas foi capturada no C e passou a drenar em direção a D (Figura 16).

Figura 15: Acima, Detalhe da anomalia do ponto DM02 evidenciada na carta Dores de Macabu. Abaixo imagem de satélite retirada do *Google Maps* com a mesma

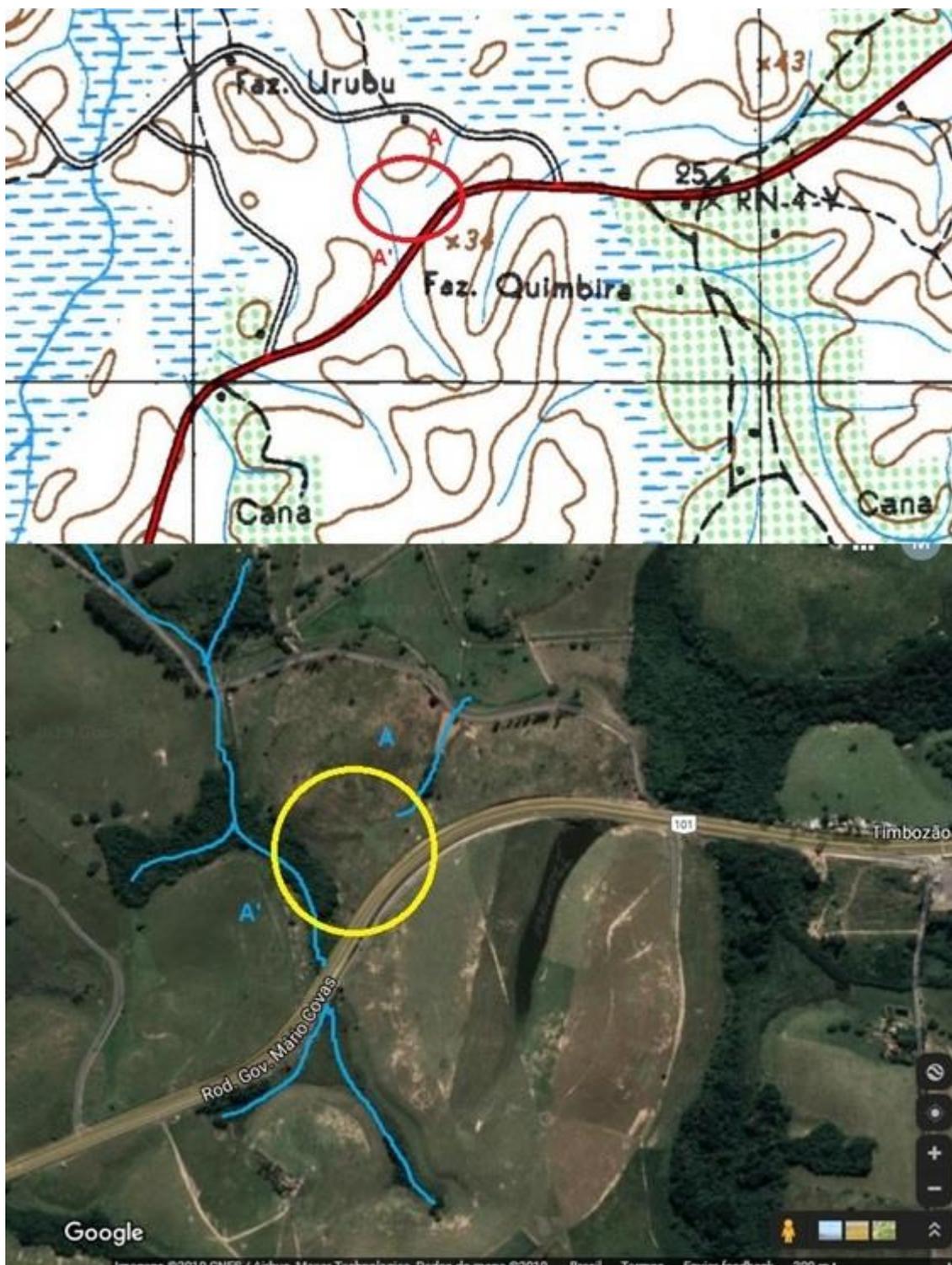


Fonte: Autoria Própria.

Ponto DM03 – UTM 7578652 / 24 S 0232968:

Neste ponto foi identificada uma anomalia do tipo não colinear com divisor plano (Figura 17).

Figura 16: Acima, imagem de satélite retirada do *Google Maps* com a anomalia do ponto DM03 evidenciada, Abaixo Detalhe da mesma anomalia na carta Dores de Macabu.



Fonte: Autoria Própria

Anomalias desse tipo podem evidenciar uma captura de uma drenagem pela outra, deixando entre elas um vale seco, provocado pelo aumento erosivo de um em relação ao outro, capturando assim, a linha de drenagem antiga. Entretanto, não foi possível determinar o sentido da antiga drenagem uma vez que não há uma mudança abrupta de direção.

Figura 17: Em destaque observa-se um vale seco evidenciando o divisor plano formado após a captura da drenagem.

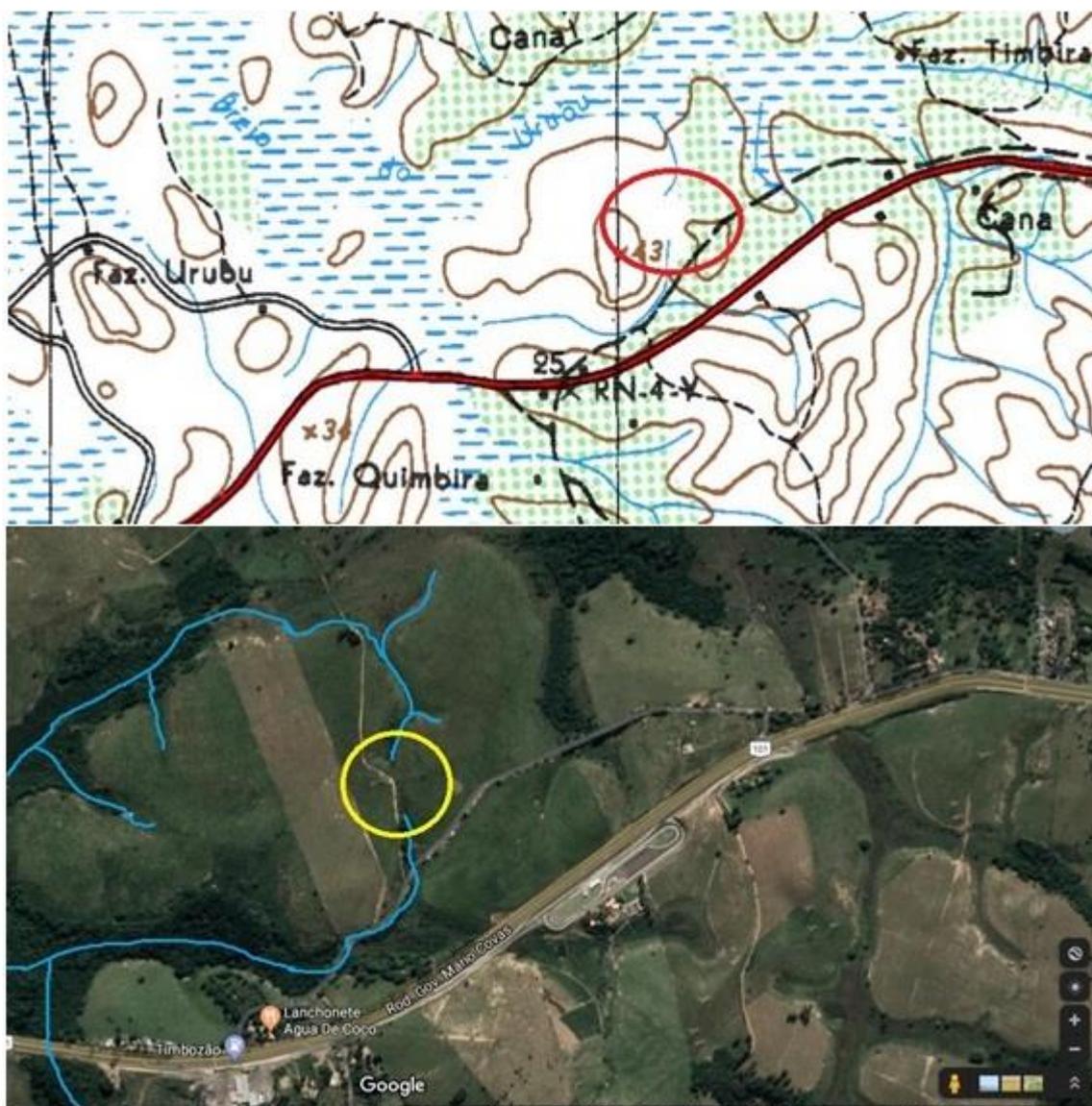


Fonte: Arquivo pessoal.

Ponto DM04– UTM: 7579244 / 24 S 0234203

A anomalia identificada neste ponto foi classificada como colinear com divisor plano, uma vez que foi identificada por linhas de drenagem com mesma orientação, mas, sentidos de escoamento opostos como é possível observar na Figura 18.

Figura 18: Acima, detalhe da anomalia do ponto DM04 evidenciada na carta Dores de Macabu, Abaixo Detalhe da mesma na imagem de satélite retirada do *Google Maps*.



Fonte: Autoria Própria.

Novamente não foi possível determinar o sentido da antiga drenagem devido a ausência de mudança abrupta de direção. Apenas o divisor plano evidenciado pela presença de um vale seco pôde ser visto demarcando o sentido atual o escoamento da drenagem tal qual mostra a Figura 19.

Figura 19: Em destaque observa-se um vale seco evidenciando o divisor plano e o sentido da atual drenagem.



Fonte: Arquivo pessoal.

5.2- Análise De Estruturas Neotectônicas

A partir da realização do trabalho de campo, foram identificados dois tipos de fraturas segundo Fossem (2012), fraturas de cisalhamento (falhas normais) e fraturas de extensão (juntas). Essas últimas foram classificadas segundo Dunne & Hancock, (1994, *apud* Miranda 2009). Foram identificadas duas falhas normais e três famílias de juntas. Os afloramentos são compostos por porções do embasamento cristalino muito alterados por ação do intemperismo e por depósitos coluviais.

Nos pontos DM05, DM06 e DM07 foram encontradas diversas fraturas de partição ou tensão sob a forma de juntas, que podem ter sido formadas por ação de tensões regionais. Não foi possível associá-las diretamente a fraturas normais, uma vez que não permitiram detectar nenhuma evidência de movimentação de camadas.

Em DM07 e DM08 foram identificadas 2 falhas normais, ambas com orientação (*strike*) NW-SE (Noroeste-Sudeste). Entretanto, não foram identificados planos de falhas passíveis de medição ou com presença de estrias uma vez que a litologia da região encontra-se com um alto grau de intemperismo.

Ponto DM05 – UTM 7579090 / 24 S 0234233

Neste ponto (Figura 20) foi identificado um sistema de juntas de padrões “Y” e “X”, demonstrando diferentes ordens de formação, ou seja, diferentes eventos tectônicos.

Figura 20: Sistema de juntas do ponto DM05. Imagem B com juntas destacadas.



Fonte: Arquivo pessoal.

Ponto DM06: UTM7579123 / 24 S 0231165.

Foram identificadas duas juntas em formato de “Y”.

Figura 21: Identificação de um par de juntas em “Y” no ponto DM06.

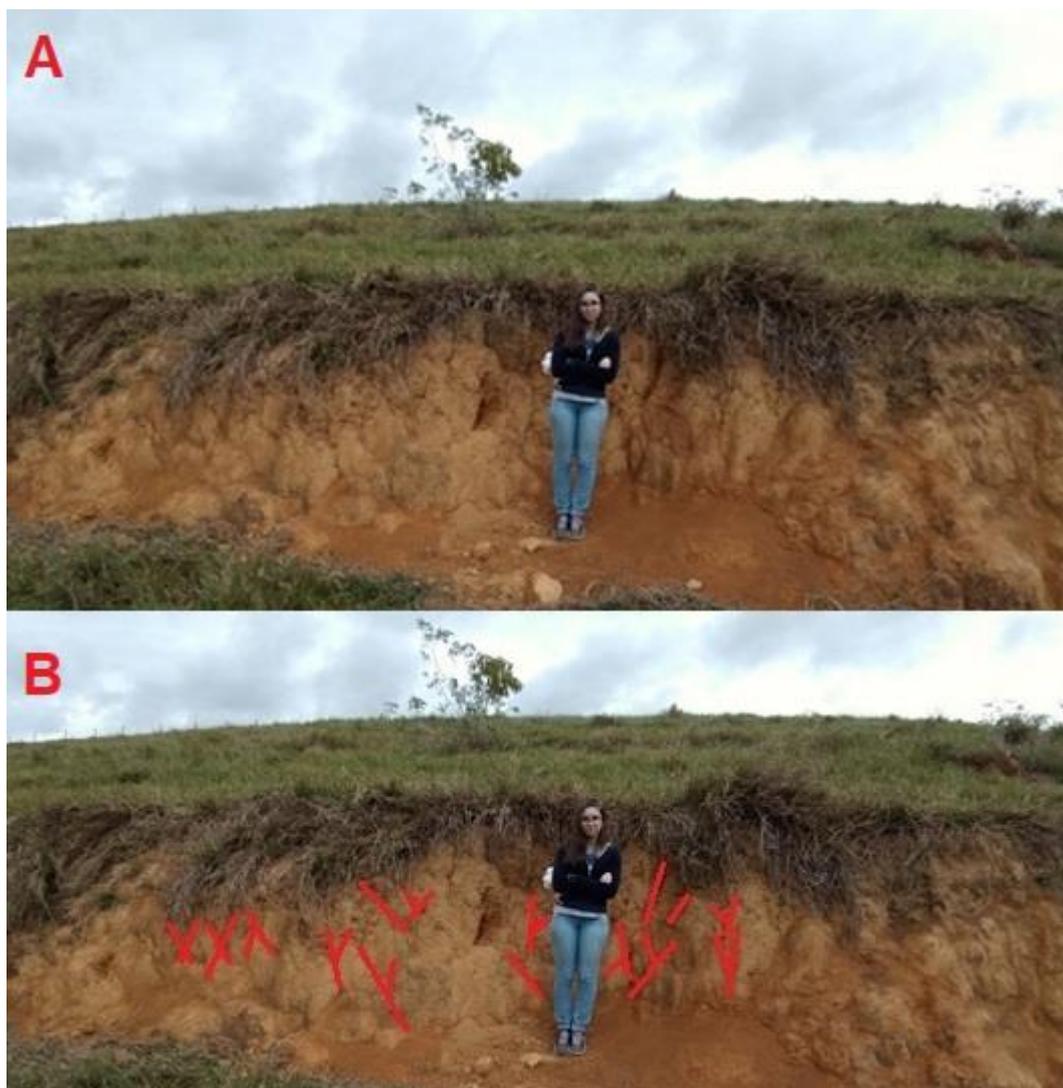


Fonte: Arquivo pessoal.

Ponto DM07 - UTM 7579090 / 24 S 0234233

Foram identificadas famílias de juntas com padrões “Y” e “X”. o que novamente evidencia diferentes ordens de formação.

Figura 22: A- foto retirada em campo do ponto DM07, B- par de juntas em “Y” evidenciados no ponto



DM07.

Fonte: Arquivo pessoal.

Ponto DM08 – UTM 7577048 / 24 S 0231758

O ponto se localiza em um corte de estrada próximo ao trevo da BR 101, no entroncamento da BR próximo à localidade “Queimado”. Foi encontrado um plano de falha normal com indicativo estratigráfico de direção NE (Nordeste) e mergulho SW (Sudoeste), no entanto, não foi possível identificar um componente cinético, que possibilitaria a medição do ângulo mergulho da falha.

Figura 23: Imagem comparativa evidenciando a falha e o indicativo estratigráfico do ponto DM08.



Fonte: Arquivo pessoal.

Ponto DM09 - UTM 7578776 / 24 S 0234270

Localizado em um corte de estrada a Sul da balança de pesagem da ANTT e a Norte do posto Timbozão. Foi encontrado um indicativo estratigráfico de falha normal, entretanto a presença de vegetação cobria o plano de falha (que está inferido na Figura 23) de orientação NW. O ângulo mergulho novamente não pôde ser medido, devido à ausência de componente cinemático, mas apresentava sentido oposto ao da falha encontrada no ponto DM08, configurando uma feição semelhante a um graben.

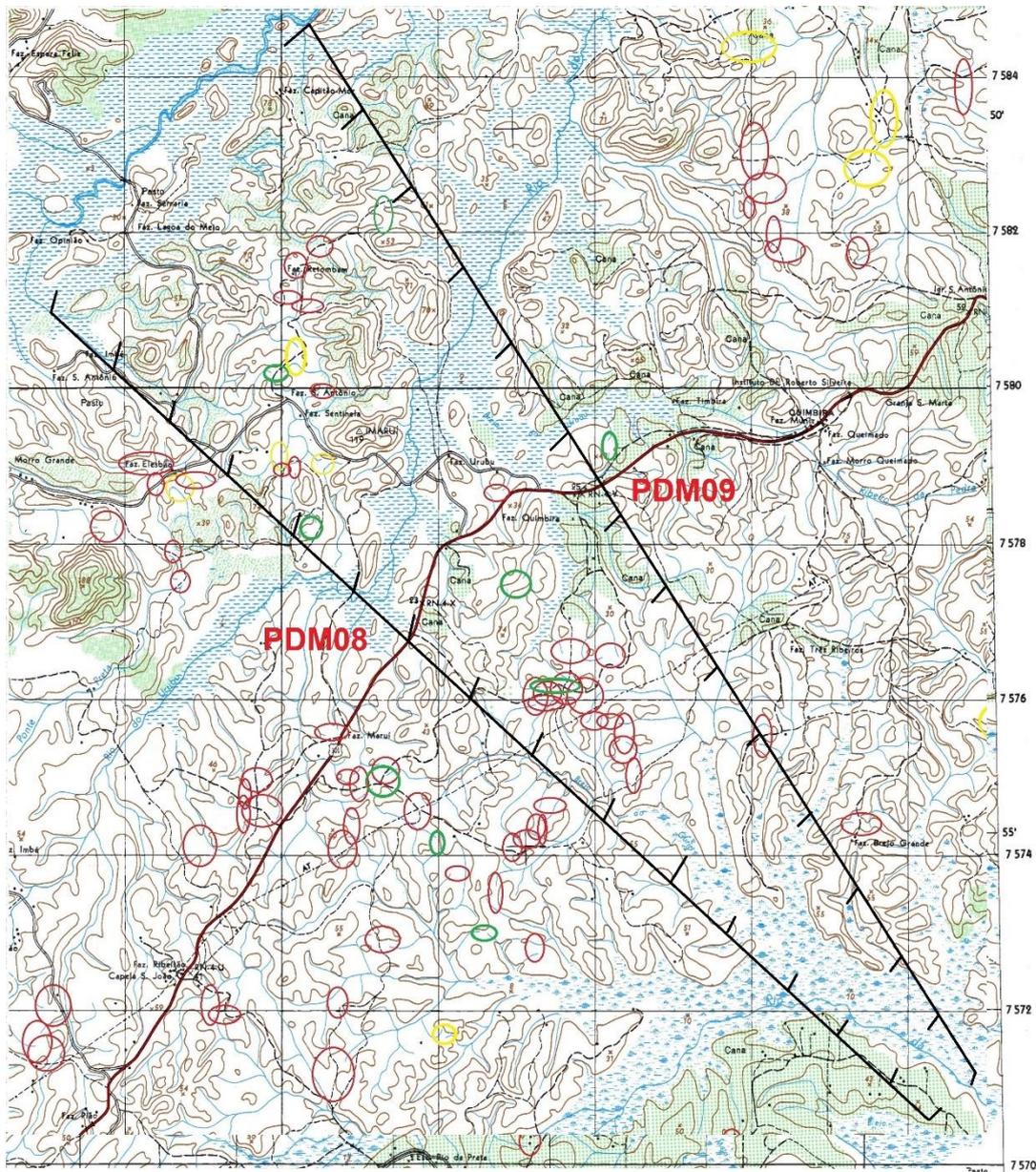
Figura 24: Acima, Imagem de satélite, retirada do *googlemapscom* o ponto DM09 destacado. Abaixo, Foto comparativa evidenciando o plano de falha inferido e a fratura em “X”.



Fonte: Arquivo pessoal.

A partir dos dados coletados em campo, identificação de estruturas morfotectônicas e do mapeamento das anomalias de drenagem, foi possível unir essas informações na figura 26.

Figura 26: Imagem síntese das informações coletadas.



-  **NÃO COLINEARES COM DIVISORES PLANOS**
-  **COTOVELOS ASSOCIADOS A DIVISORES PLANOS**
-  **COLINEARES COM DIVISORES PLANOS**
-  **FALHA**

Fonte: Autoria própria.

Nota-se que entre as falhas identificadas há uma grande ocorrência de Anomalias de drenagem (28 no total), que por si só são indicativos de atividade Morfotectônica. Essas informações associadas as fraturas com os diferentes padrões geométricos, indicando distintos momentos de movimentação tectônica e corroboram com os modelos de neotectônica do SE do Brasil e em áreas ao entorno.

6- CONCLUSÕES

A área do presente trabalho está inserida num contexto de falhas NE-SW, evidenciadas por um forte controle litológico sobre a drenagem, Riccomini *et al* (2004), Silva (2012), Ignácio (2017) e Moraes (2018) que sugerem a existência de falhas com mesmo sentido, atuando sobre a drenagem, mostrando alinhamento ao Sistema de Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB). As anomalias mapeadas neste trabalho indicam o controle morfotectônico na área trabalhada, uma vez que as idades neotectônicas são atribuídas pela forma não remodelada dos vales, que funcionam como divisores de drenagem.

A presença de falhas normais, geralmente ocorre devido a forças distensivas, que provocam movimentação de blocos, resultando na ocorrência de uma diferença de altura entre as drenagens, tal qual evidenciado na figura 26 com a plotagem dos pontos DM08 e DM09. As demais estruturas morfotectônicas indicam diferentes eventos de tensão do corpo litológico, somadas a presença das anomalias de drenagem são fortes indicativos de um contexto tectônico associado às falhas reconhecidas no RCSB.

Desse modo, acredita-se que este trabalho tenha cumprido com seus objetivos através da metodologia utilizada, entretanto, a continuidade de estudos e investigações nessa área são imprescindíveis para a descoberta de novas feições estruturais, como grábens e *hosts*, uma vez que o grande número de anomalias de drenagem mapeados indicam a possibilidade de tal ocorrência.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. Origem e evolução da plataforma brasileira. 1967. Rio de Janeiro, DNPM-DGM, Boletim, 241, 36p.

BAIENSE, Mellissa Combas. *Condicionantes geológicas da configuração do relevo na Depressão dos rios Pomba e Muriaé (RJ/MG)*. Rio de Janeiro, 2011. 74 p. (Trabalho Final de Curso (Geologia)) - Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BISHOP, Paul. *Drainage Rearrangement by River Capture, Beheading and Diversion*. 1995. In: *Progress in Physical Geography*. 19(4). p.449-473.

CASTRO, Alexander Jacinto de; MELLO, Cláudio Limeira; SILVA, Thiago Pinto da. *Investigação morfotectônica a partir de anomalias de drenagem em um setor dos Alinhamentos de Cristas do rio Paraíba do Sul, Juiz de Fora (MG)*. 2004. In: XXVI Jornada de Iniciação Científica – UFRJ. Rio de Janeiro, RJ.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. *Geologia do Estado do Rio de Janeiro*. 2001. Brasília. p.614.

FOSSEN, Haakon. *Geologia Estrutural*, 2012. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

GONTIJO, Ambrosina Helena Ferreira. *Morfotectônica do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul: Região da Serra da Bocaina, Estados de São Paulo e Rio de Janeiro* 1999. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Tese de Doutorado, 259p.

HASUI, Y. *Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil*. 1990. In: WORKSHOP SOBRE NEOTECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO CENOZÓICA CONTINENTAL NO SUDESTE BRASILEIRO, 1, Belo Horizonte, 1990, SBG/Núcleo MG, *Boletim SBG/MG*, 11:11-31.

HEILBRON, Mônica; *et al.* Província Mantiqueira. *Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. 2004. In: V. MANTESSO-NETO, A. BARTORELLI, CARNEIRO, C.R. & BRITO NEVES, B.B. (orgs.) São Paulo: Beca, p. 203-235.

HOWARD, Arthur David. *Drainage Analysis in Geologic Interpretation: a Summation*. 1967. Bull. Am. Ass. Petr. Geol. 51 (11): 2246-2259.

IGNÁCIO, Bruno Fernandes. *Investigação Morfotectônica com Base Em Anomalias de Drenagem em um Trecho da Bacia do Rio Pomba (Santo Antônio De Pádua/Rj)*. 2017. Campos dos Goytacazes: Universidade Federal Fluminense

MELLO, Claudio Limeira, et al. *Neotectonico Control on a River Capture System in the Paraíba do Sul River Middle Valley- Bananal-(SP/RJ)*. 1995.31

MELLO, C.L. 1997. *Sedimentação e Tectônica Cenozóicas no Médio Vale do Rio Doce (MG, Sudeste do Brasil) e suas Implicações na Evolução de um Sistema de Lagos*. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MIRANDA, Diogo Justa de. *Tensões e Fraturamento Neotectônico Na Área Emersa Da Bacia Do Espírito Santo*. 2009.125p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

MORAES, Rafaela Gama de. *Análise Morfotectônica com Base no Reconhecimento De Anomalias de Drenagem em um Trecho da Bacia do Rio Pomba (Miracema/Rj)*. 2018. Campos dos Goytacazes: Universidade Federal Fluminense.

NELSON, R. A. **Geologic analysis of naturally fractured reservoirs**. 2nd ed., Oxford: Gulf Professional Publishing, 2001. 332 p.

RICCOMINI, Claudio; SANT'ANNA, Lucy Gomes; FERRARI, André Luiz. *Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil*. 2004. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R; BRITO NEVES, B.B. (orgs.). *Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, p. 383-405.

SAADI, Alloua. *Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretação preliminares*. 1993. Geonomos, 1(1):1-15.

SILVA, Telma Mendes et al. *Anomalias de Drenagem e Evolução da Paisagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (RJ/SP)*. 2006. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. Vol. 29 - 2 / 2006 p. 210-224

SILVA, Thiago Pinto da. *Neotectônica na região da Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul e áreas adjacentes, entre Miguel Pereira (RJ) e Juiz de Fora (MG)*. 2006. 125p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

SILVA, Thiago Pinto da; MELLO, Cláudio Limeira. *Reativações Neotectônicas na Zona de Cisalhamento do rio Paraíba do Sul (Sudeste do Brasil)*. 2011. Geologia USP: Série Científica. Série Científica, v. 11, p. 1-20.

SILVA, Thiago Pinto da; MELLO, Cláudio Limeira. *Modelo Geológico-Geomorfológico Da Evolução Da Bacia Hidrográfica Do Rio Paraíba Do Sul*. 2012. 139p. Dissertação (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

SUGUIO, Kenitiro. *Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: (passado + presente = futuro?)*. 1999. São Paulo. Paulo's Comunicações e Artes Gráficas. 366p. 32

SUMMERFIELD, M.A. *Neotectonics and Landform Genesis*. Prog. in Phys. 1987. Geog., 11: 384-397.

ZALÁN, Pedro Victor; OLIVEIRA, João Alberto Bach de. *Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil*. 2005. Boletim de Geociências Petrobras, v. 13, n. 2, p. 269-300.

