

CARACTERIZAÇÃO MORFOTECTÔNICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITABAPOANA (ES/RJ/MG)

BRUNO FERNANDES IGNACIO

Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense – UFF, R. José do Patrocínio, 71 - Centro, Campos dos Goytacazes - RJ, 28010-385.
Email: bfignacio@id.uff.br ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0251-3971>

THIAGO PINTO DA SILVA

Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense – UFF, R. José do Patrocínio, 71 - Centro, Campos dos Goytacazes - RJ, 28010-385
Email: thiagopintosilva@id.uff.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1726-9781>

Recebido:10/25

Avaliado:02/26

Publicado:03/26

RESUMO

A neotectônica está relacionada a tectônica ressurgente e, consequentemente, associada a processos de reativação de falhas preexistentes. O trabalho tem como objetivo fazer uma investigação morfotectônica na região da Bacia hidrográfica do rio Itabapoana, tomando como base metodológica principal as dinâmicas da drenagem regional, que funciona como um ótimo fator de investigação. A metodologia aplicada consiste principalmente em: identificação de padrões de drenagem presentes na área e classificação das anomalias de drenagem em capturas de drenagens, desvio e decapitação; e fazer uma análise estrutural de dados coletados em campo. Observou-se, a partir da aplicação da metodologia, a associação a dois eventos considerados neotectônicos: evento de Transcorrência Dextral E-W, com a presença de falhas NW-SE, muito comum no Sudeste do Brasil, e o evento de Distensão NW-SE, com falhas NE-SW.

Palavras-chave: Morfotectônica; Anomalias de drenagem; Rio Itabapoana.

MORPHOTECTONIC CHARACTERIZATION OF THE ITABAPOANA RIVER WATERSHED (ES/RJ/MG)

ABSTRACT

Neotectonics is related to resurgent tectonics and, consequently, associated with processes of reactivation of preexisting faults. This study aims to conduct a morphotectonic investigation in the Itabapoana River watershed, using the dynamics of regional drainage as the main methodological basis, since it functions as an excellent investigation factor. The applied methodology mainly consists of: identifying drainage patterns present in the area and classifying drainage anomalies into stream capture, diversion, and decapitation; as well as performing a structural analysis of data collected in the field. Based on the application of the methodology, the association of two events considered neotectonic was observed: a Dextral Strike-Slip E-W event, with the presence of NW-SE faults, very common in southeastern Brazil, and a NW-SE extensional event with NE-SW faults.

Keywords: Morphotectonics; Drainage anomalies; Itabapoana River

CARACTERIZACIÓN MORFOTECTÓNICA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ITABAPOANA (ES/RJ/MG)

RESUMEN

La neotectónica está relacionada con la tectónica resurgente y, en consecuencia, asociada a procesos de reactivación de fallas preexistentes. Este trabajo tiene como objetivo realizar una investigación morfotectónica en la cuenca hidrográfica del río Itabapoana, tomando como base metodológica principal las dinámicas del drenaje regional, que funciona como un excelente factor de investigación. La metodología aplicada consiste principalmente en: identificar los patrones de drenaje presentes en el área y clasificar las anomalías de drenaje en capturas de drenaje, desvío y decapitación; además de realizar un análisis estructural de los datos recolectados en campo. A partir de la aplicación de la metodología, se observó la asociación de dos eventos considerados

neotectônicos: un evento de Transcurrencia Dextral E-W, con presencia de fallas NW-SE, muy común en el sureste de Brasil, y un evento de distensión NW-SE, con fallas NE-SW.

Palabras clave: Morfotectónica; Anomalías de drenaje; Río Itabapoana

CARACTÉRISATION MORPHOTECTONIQUE DU BASSIN HYDROGRAPHIQUE DU FLEUVE ITABAPOANA (ES/RJ/MG)

RÉSUMÉ

La néotectonique est liée à la tectonique ressurgente et, par conséquent, associée aux processus de réactivation de failles préexistantes. Ce travail vise à réaliser une investigation morphotectonique dans le bassin hydrographique du fleuve Itabapoana, en prenant comme base méthodologique principale les dynamiques du drainage régional, qui constituent un excellent facteur d'analyse. La méthodologie appliquée consiste principalement à : identifier les modèles de drainage présents dans la zone et classer les anomalies de drainage en captures de drainage, déviations et décapitations ; ainsi qu'à effectuer une analyse structurale des données collectées sur le terrain. À partir de l'application de la méthodologie, on a observé l'association de deux événements considérés comme néotectoniques : un événement de décrochement dextre E-W, avec la présence de failles NW-SE, très courant dans le sud-est du Brésil, et un événement de distension NW-SE, avec des failles NE-SW.

Mots-clés: Morphotectonique ; Anomalies de drainage ; Fleuve Itabapoana.

INTRODUÇÃO

Os processos de reativação tectônica no Brasil estão ligados a formação e evolução do continente Gondwana, principalmente em seu período de rompimento, quando ocorreram processos de criação de riftes, que se originam na litosfera continental a partir de esforços distensivos e, em geral, seguem a direção preferencial de uma zona de fraqueza preexistente (Rosendahl, 1987 apud. Silva, 2012), que permitiram a abertura do Oceano Atlântico. Esse processo provocou a formação de juntas e falhas por toda a costa brasileira. Na região Sudeste, a formação do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB) definido por Riccomini (1989) e Riccomini et al. (2004), que compreende regiões deprimidas, que se entendem pelas bacias de Taubaté, Resende, Volta redonda e Itaboraí, aparece como feição principal que resultou de tais processos. A alternância entre vales/planícies e serras nessa região, definida por Zalán & Oliveira (2005) como uma sucessão de horsts e grábens escalonados, aumentou a área de atuação para além das bacias sedimentares, nomeando assim o Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste de Brasil, que se estende desde a região Sul até a região Sudeste, bem marcado pelo encaixe do rio Paraíba do Sul no que Zalán & Oliveira (2005) denominaram como Rifte do Paraíba do Sul, grande estrutura adjacente ao local de estudo proposto por essa pesquisa.

Os Estudos sobre a tectônica cenozoica no sudeste do Brasil, sobretudo aqueles desenvolvidos na região do Rift Continental do Sudeste do Brasil, destacando-se os trabalhos de Riccomini (1989) e Salvador e Riccomini (1995), resultaram em quadros que sintetizam a evolução tectono-sedimentar dessa região durante este intervalo temporal, mostrando, particularmente, a atuação de mecanismos neotectônicos. Estes, segundo Hasui (1990), ocorrem de forma ressurgente, ou seja, aproveitando-se de planos de fraqueza desenvolvidos durante fases tectônicas anteriores, pois, para o autor é mais fácil reativar uma falha preexistente do que nuclear uma nova falha. Os movimentos crustais recentes implicaram diretamente na forma apresentada pelo relevo regional e nas características da rede de drenagem, como estudado por Gontijo (1999), Silva (2006), Mendes et al. (2007), Ribeiro (2010), Baiense (2011), Silva (2012), Bricalli (2011), Busato (2020) e Posses (2020). Tais estudos e dinâmicas corroboram com a proposta do trabalho.

Salvador e Riccomini (1995) colocam que a ocorrência de terremotos, mesmo em porções da crosta continental intraplaca, admitidas como as mais estáveis, vem tornando crescente a preocupação quanto à estabilidade geológica regional e suas implicações para a

atividade humana, em especial a implantação de obras de engenharia, por isso, estudos que possam mapear falhas e dar sequência a pesquisas de tectônica ressurgente se fazem muito importantes. As mudanças de direção nos fluxos de drenagem podem representar a presença de falhas na região o que pode interferir diretamente nas dinâmicas rurais da população local. Saber sobre locais onde essas mudanças tendem a ocorrer pode ajudar no processo de ocupação do solo e facilitar a reorganização desta população em seu espaço.

Nesse contexto, o trabalho representa uma tentativa de contribuição ao entendimento sobre o papel das estruturas subjacentes associadas à evolução geológica (tectônica) regional e o seu reflexo na geomorfologia, a partir da abordagem morfotectônica, visto que o relevo da bacia hidrográfica do Rio Itabapoana está sujeito aos mecanismos descritos anteriormente e áreas adjacentes já apresentam trabalhos consolidados como os de Ribeiro (2010), Baiense (2011), Bricalli (2011), Silva (2012) e West (2019). Além disso, a presença de anomalias de drenagem, assimetria de bacia e outros traços morfológicos notados na região direcionam este trabalho.

METODOLOGIA

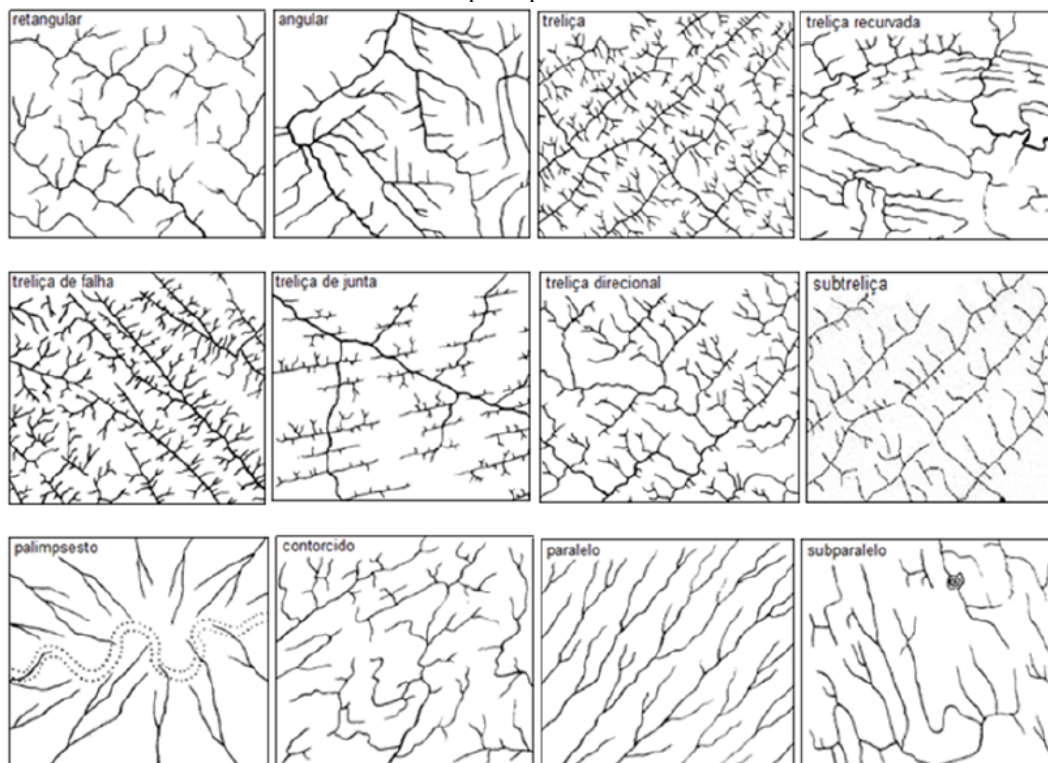
A metodologia proposta no trabalho consiste, de maneira geral, em tratar a morfotectônica principalmente a partir da análise da rede de drenagem. A rede de drenagem de uma região é muito importante para análises estruturais, pois a constituição litológica e as estruturas geológicas são condicionantes da configuração desta rede de acordo com Summerfield (1986). Ainda segundo o autor, alguns padrões de drenagem apresentam forte controle estrutural ou tectônico, como o paralelo, retangular e treliça o que corroboram com processo metodológico nesse sentido dentro dos objetivos propostos na pesquisa.

Howard (1967) considera padrão de drenagem como sendo o desenho/esboço formado por vias de drenagem em uma área, independentemente do tempo que elas são ocupadas por fluxos permanentes.

Em seus estudos sobre padrões de drenagem e controle tectônico e estrutural, Howard (1967) explica que os principais controles de padrão de drenagem são influenciados por estruturas regionais. De maneira geral, expõe que os padrões de drenagem estão associados a controles estruturais, litológicos ou aleatórios. Os padrões classificados como de forte controle tectônico incluem: paralelo, subparalelo, retangular, angular e os diversos tipos de treliça (direcional, recurvada, em falha e em junta), além dos padrões contorcido e palimpsesto.

Com base nessas definições, foram delimitados os padrões de drenagem mais indicativos de controle estrutural, utilizados como ferramenta na análise da bacia. Para isso, elaboraram-se camadas vetoriais no QGIS, na escala aproximada de 1:150.000, classificadas nos seguintes tipos: treliça de junta, treliça de falha, subtreliça e retangular como na figura 01.

Figura 01 - Padrões de drenagem que apresentam forte controle tectônico: paralelo, subparalelo, retangular, angular, treliça (treliça, treliça direcional, treliça recurvada, treliça em falha, treliça em junta), contorcido, palimpsesto.



Fonte: Adaptado de Howard (1967)

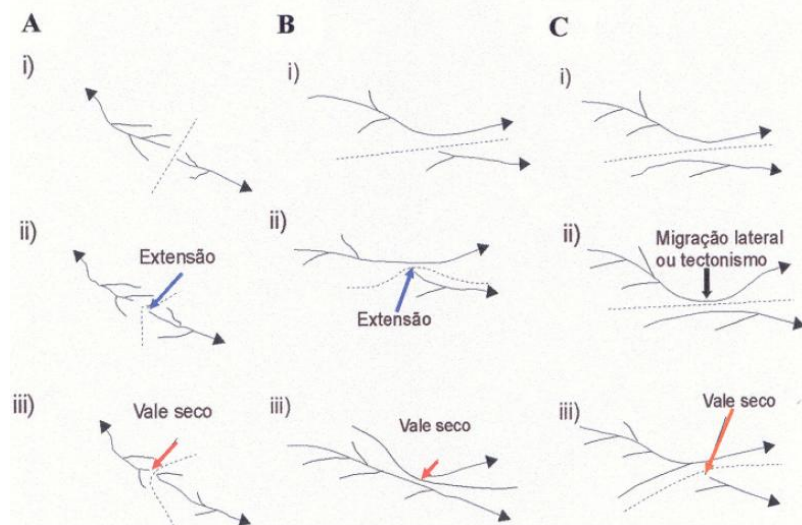
Bishop (1995) afirma que as anomalias de drenagem são fruto do processo de reorganização da rede de drenagem, ou seja, pode ser entendido como uma transferência de parte ou todo fluxo de um rio para outro, e geralmente é usado para explicar a história evolutiva da rede de drenagem. Ele define três formas de rearranjo de drenagem, as capturas de drenagem, desvio e beheading, como representado na figura 02.

Capturas de drenagens (river capture, piracy ou streampiracy) ocorrem quando há captura de um rio por um outro sistema fluvial adjacente ligada à erosão mais agressiva (rápida) da cabeceira deste, normalmente de forma abrupta, implicando na captura de área de captação e linhas de drenagem.

O desvio (diversion) envolve o redirecionamento da drenagem para uma área de captação adjacente e, como no processo de captura, a transferência da área de captação e a preservação das linhas de drenagem. Além disso, também ocorre de forma abrupta.

Decapitação (beheading) consiste na reorganização da bacia (catchment) e da linha de drenagem. No primeiro caso ocorre uma progressiva invasão de uma das bordas da cabeceira para a cabeceira divisora, resultando na transferência da área capturada de um sistema para o outro. No segundo caso envolve tanto a transferência da cabeceira como da linha de drenagem, ou pelo menos parte dela.

Figura 02 - Formas de rearranjo de drenagem através de captura vistas em planta. A linha tracejada é o divisor da drenagem. (A) capturas por extensão da cabeceira, (B) e (C). Em todas as situações espera-se rejuvenescimento de cabeceira do rio capturado no ponto de captura ou a montante deste.



Fonte: Adaptado de Bishop (1995)

A metodologia utilizada será baseada nas pesquisas de Mello (1997) e Castro (2004), que consiste em, com base na teoria de estudos morfotectônicos, fazer o reconhecimento de feições geomorfológicas controladas por atividades tectônicas recentes a partir da análise da drenagem, evidenciando um controle tectônico da paisagem local.

Os seguintes passos foram seguidos para a análise das anomalias:

- Identificação e mapeamento das anomalias da rede de drenagem, em escala 1:50.000, com base no reconhecimento de divisores de drenagens planos;
- Classificação das anomalias da rede de drenagem em função do sentido de escoamento;
- Reconhecimento e mapeamento de feições morfotectônicas, a partir de sensoriamento remoto por ortofotos, utilizando o software Google Maps;
- Identificação da orientação dos fluxos novos e antigos da drenagem.

Para Lima (2006), a retilinearidade corresponde a uma feição morfológica caracterizada por canais de drenagem extensos e de orientação retilínea, ou ainda por trechos que apresentam segmentos retilíneos bem definidos. O autor ressalta que tais padrões estão, em geral, associados a estruturas fraturadas e propõe uma classificação baseada na proporção de trechos retilíneos no comprimento total do canal: valores iguais ou superiores a 50% indicam alta retilinearidade; inferiores a 25% correspondem a baixa retilinearidade; e valores entre 25% e 50% caracterizam retilinearidade média.

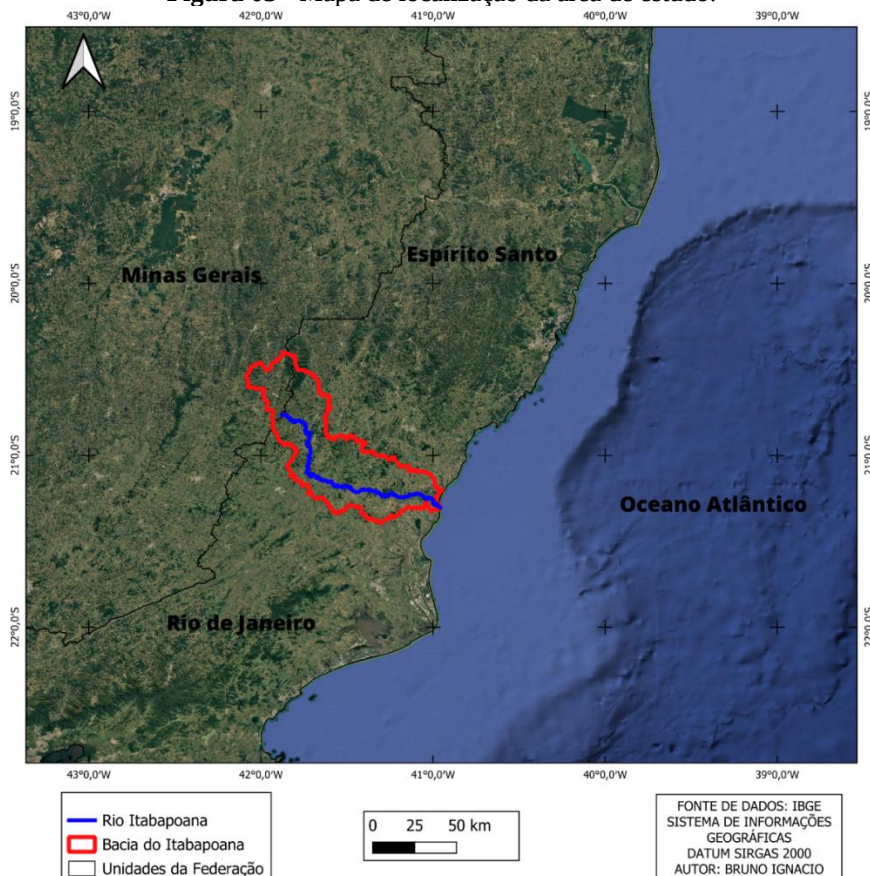
Com base nesses pressupostos, realizou-se a vetorização, no QGIS, de trechos retilíneos da rede de drenagem a partir de um novo shapefile, com o objetivo de identificar e mapear trechos alinhados do relevo. Essa etapa permitiu destacar segmentos cuja morfologia e orientação sugerem influência estrutural no sistema fluvial, oferecendo subsídios para a interpretação morfoestrutural e para a análise espacial do controle tectônico sobre a organização hidrográfica.

ÁREA DE ESTUDO

Segundo Júnior (2021) a Bacia Hidrográfica do rio Itabapoana, que compreende parte do território dos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro, está localizada

entre as bacias dos rios Paraíba do Sul/RJ e Itapemirim e Doce/ES, e apresenta uma pequena extensão territorial, drenando uma área de 4.875,46 km². Seu principal curso d'água, o rio Itabapoana, possui 220 km de extensão e tem como formadores o rio São João, que nasce na Área de Proteção Ambiental Alto Taboão, entre os municípios de Espera Feliz e Caparaó, e os rios Caparaó e Preto, cujas nascentes se localizam na região do Parque Nacional do Caparaó. A figura 03 mostra a localização em relação aos estados que englobam a área da bacia.

Figura 03 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

BASES CONCEITUAIS

Segundo Silva et al. (2006) os termos morfoestrutura e morfotectônica foram diferenciados por Gerasimov & Mescherikov (1968), com aplicações distintas para análises geomorfológicas. Ainda segundo os autores, morfoestrutura está relacionada a uma paisagem com grande grau de evolução do relevo, o que reflete num terreno em que há junção do elemento estável (estrutura geológica pré-existente) com os agentes externos, que são dinâmicos.

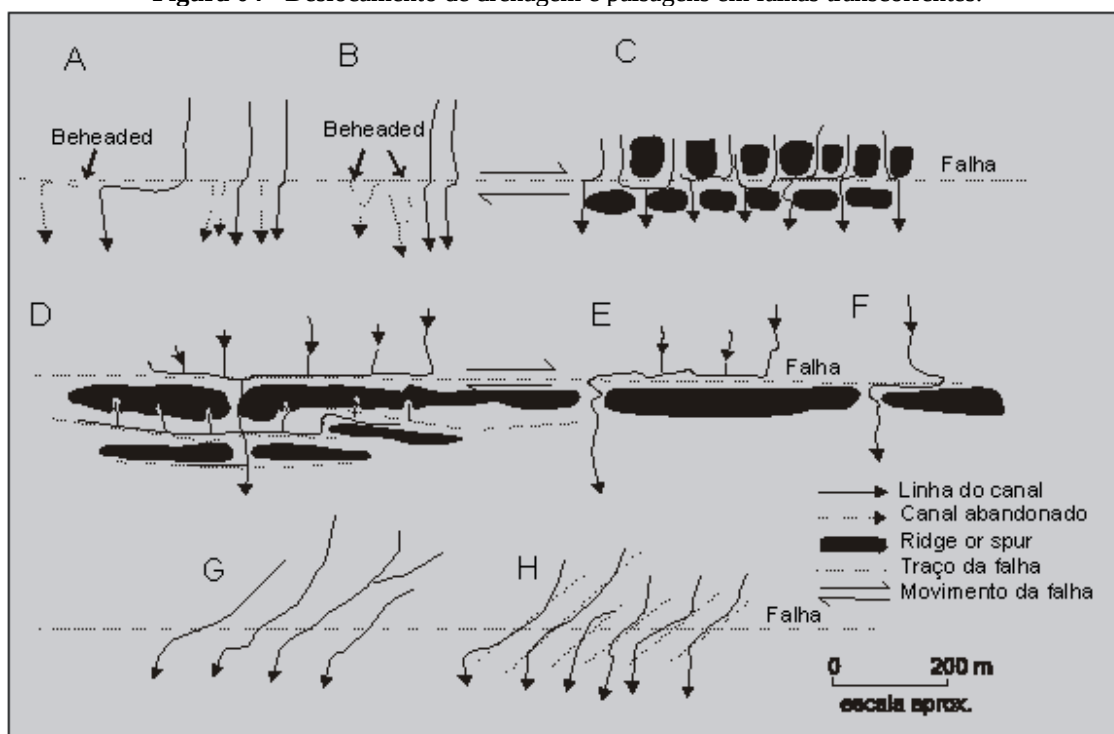
Já o termo morfotectônica de acordo com Summerfield (1986, apud Silva, 2012) deve ser utilizado quando a elaboração das formas ou paisagens se processa sob o controle tectônico ativo. Para Saadi (1991, apud Gontijo, 1999) a análise morfotectônica deve ser entendida também como um processo para compreender a atividade neotectônica a partir das formas e feições por ela controladas.

Utilizando a ideia de morfotectônica apresentada acima, Silva (2012) define que pesquisas com esse tipo de propósito buscam entender os controles tectônicos a que a

paisagem está sujeita, utilizando traços morfológicos para a identificação de locais de ocorrência e de padrões dessas atividades tectônicas. O autor ainda cita que as feições morfotectônicas em margens passivas são peculiares e reconhecidas pela existência de diversas formas e características de relevo e de drenagem como ilustrado na **Figura 04**. **Fonte de referência não encontrada..**

No Sudeste do Brasil, os estudos de morfotectônica vêm sendo feito, de acordo com Mendes et al. (2007), num intuito de se obter uma caracterização sobre a configuração morfoestrutural e morfotectônica com vistas a uma melhor compreensão sobre a evolução do relevo e as suas relações sob o aspecto de distribuição e gestão de recursos minerais e hídricos e de uso e ocupação do solo.

Figura 04 - Deslocamento de drenagem e paisagens em falhas transcorrentes.

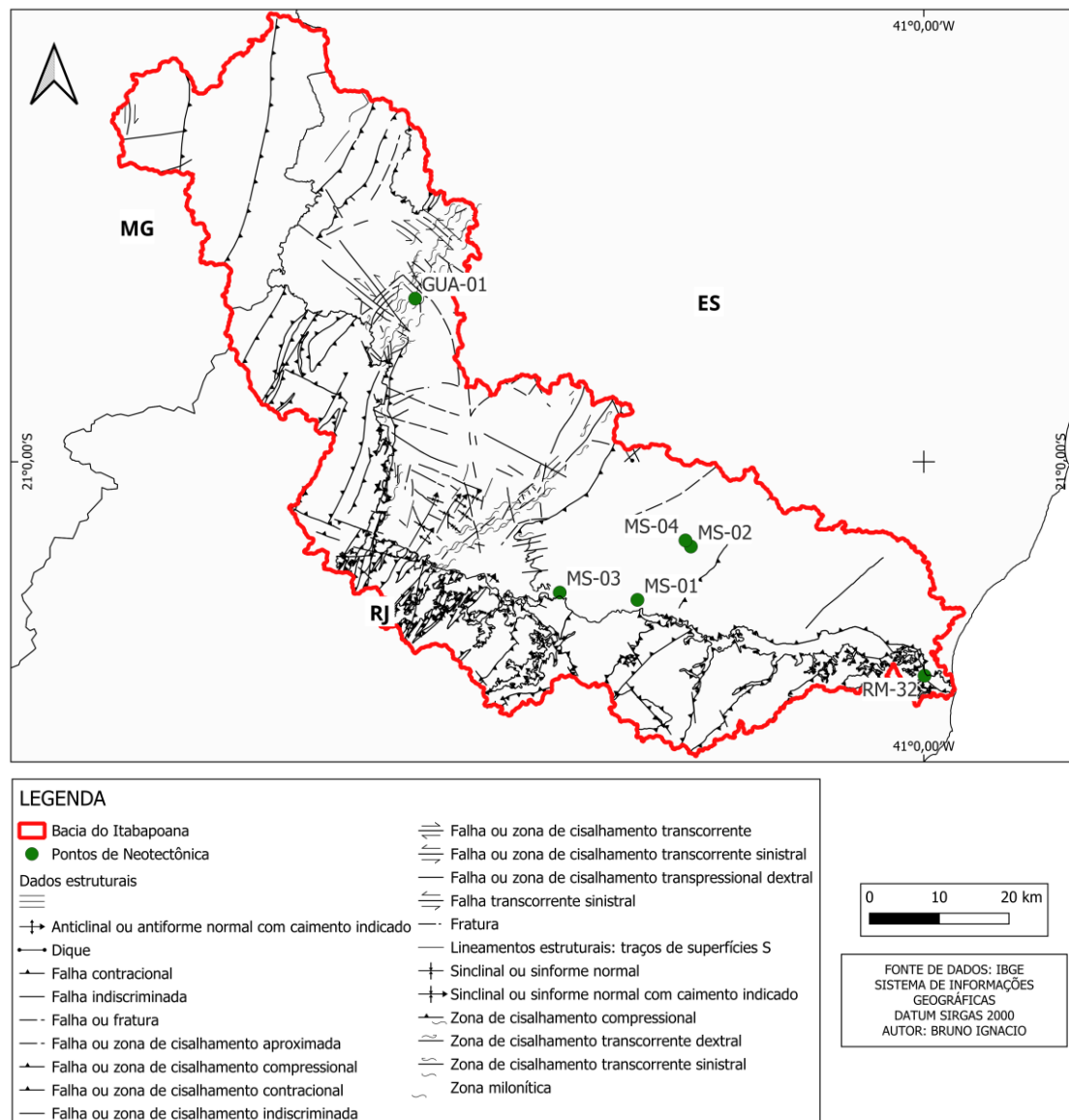


Fonte: Retirado de Gontijo (1999).

NEOTECTÔNICA NA ÁREA DE ESTUDO

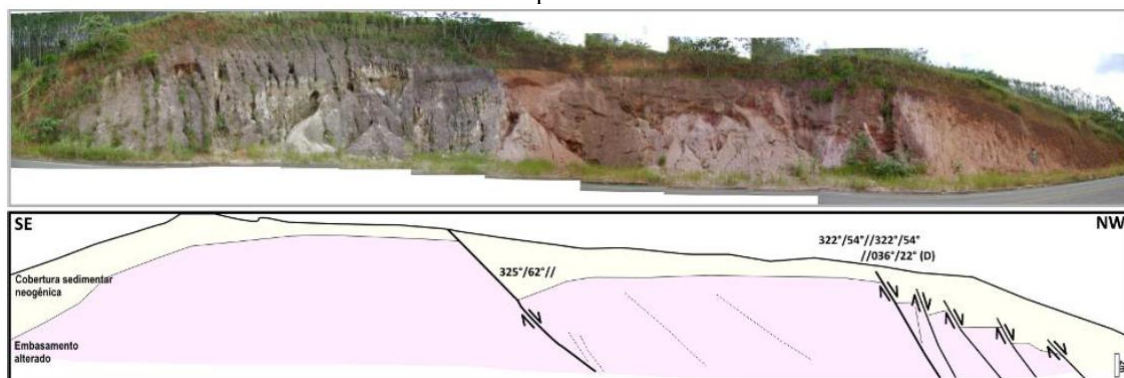
O trabalho de Ribeiro (2010), realizado em região que engloba a área do presente trabalho, mapeou alguns pontos de falha. Um ponto em Itabapoana e quatro pontos em Mimoso do Sul, apresentados na figura 05, que corroboram com o fato de se elaborar uma pesquisa com esse enfoque no presente trabalho.

Figura 05 - Mapa com a localização dos pontos de neotectônica já medidos por Ribeiro (2010) - MS-01, MS-02, MS-03, MS-04 e RM-32- além de um ponto novo - GUA-01 - que será discutido e apresentado nos resultados com as estruturas geológicas mapeadas.



Um dos pontos mapeados pela foi o ponto MS-04 que se localiza no sul do estado do Espírito Santo, na rodovia ES-391, sentido Mimoso do Sul (ES), a 6 km da BR-101. Segundo a autora ele está situado sobre lineamentos NW-SE e NE-SW. A autora identificou falhas com sobreposição de estrias de movimentações distintas, indicando reativação de estruturas por eventos tectônicos cronologicamente distintos. As estrias indicativas de movimentação normal em falhas de orientação NE-SW são mais bem marcadas que as estrias indicativas de movimentação dextral (figura 06).

Figura 06 - Fotointerpretação do afloramento MIMOSO DO SUL 04, com a representação das estruturas afetando o embasamento saprolitizado e a cobertura sedimentar neogênica. Fotografia de detalhe das estrias contidas em um dos planos de falha analisados.



Fonte: Ribeiro (2010).

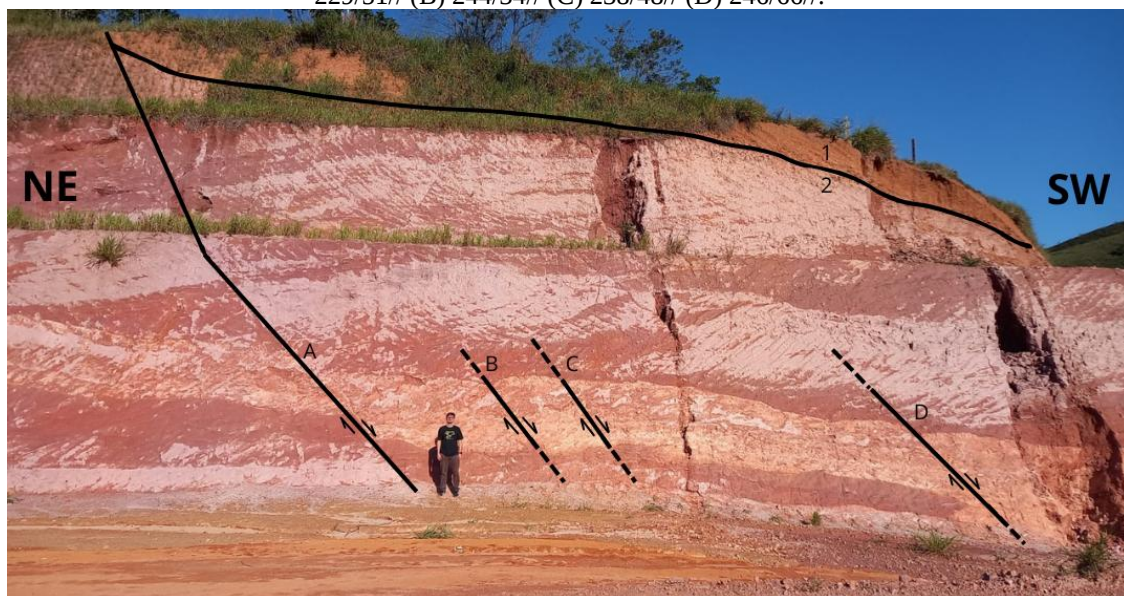
27

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de compreender os principais mecanismos tectônicos deformadores dos depósitos na região, foi efetuada a análise estrutural em afloramentos selecionados, priorizando a obtenção de dados de pares de falha/estria afetando os depósitos, o embasamento alterado e a cobertura sedimentar neogênica.

O ponto, chamado de GUA-01, observado na figura 07, localiza-se na entrada da cidade de Guaçuí, no Espírito Santo, na altura do quilômetro 107 da BR-482/ES. Foram medidas quatro falhas na área. Os planos de falha medidos nesse afloramento apresentam direção NW-SE, compatíveis com o evento de Transcorrência Dextral E-W, com compressão NW-SE (distensão NE-SW), gerando falhas normais NW-SE associadas a terceira fase neotectônica registrada como a mais comum do Sudeste do Brasil pela literatura.

Figura 07 - Fotografia do ponto GUA-01 com falhas destacadas e mapeadas em afloramento com medições (A) 229/51// (B) 244/34// (C) 238/48// (D) 246/66//.



Fonte: Acervo pessoal.

Para a análise dos padrões de drenagem foram considerados aqueles com forte controle estrutural em sua disposição segundo Howard (1967) como treliça, subtreliça e retangular.

Um dos mais recorrentes na área é o padrão de treliça, caracterizado por drenagens condicionadas pela estrutura geológica, com um rio principal subsequente bem definido, ao qual se conectam tributários, em lados opostos, de dimensões semelhantes e dispostos em ângulos retos. Esse arranjo evidencia marcante condicionamento estrutural.

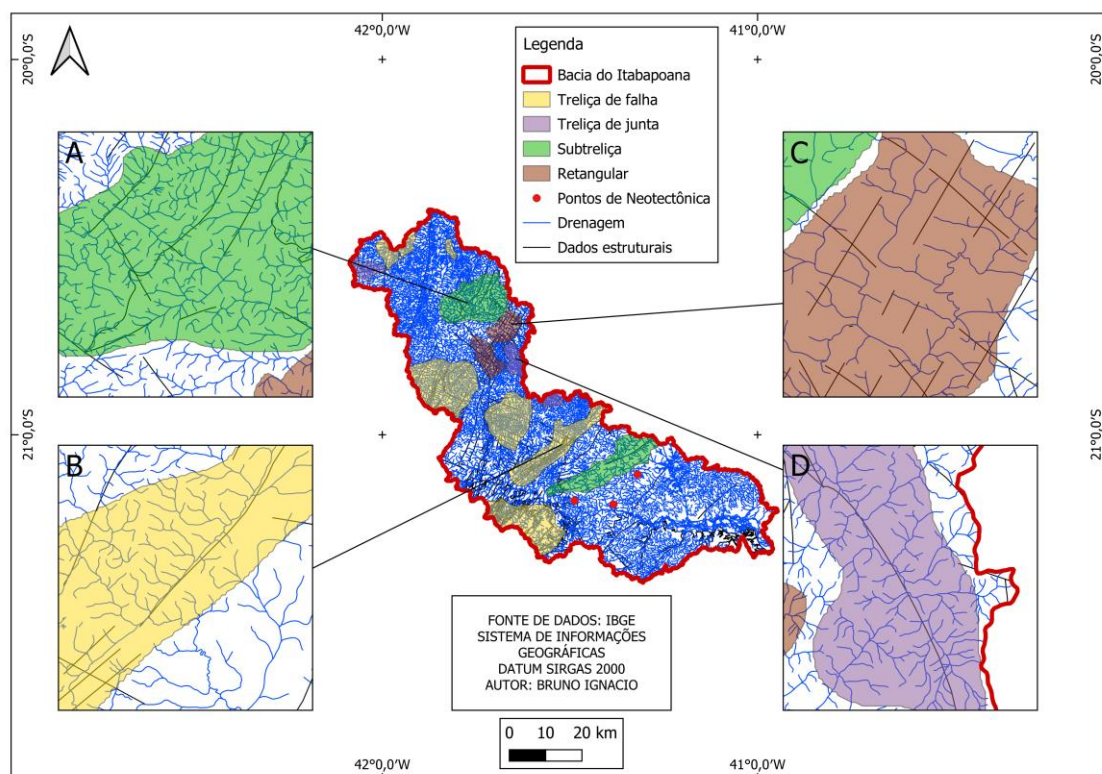
O padrão treliça apresenta variações, das quais foram selecionadas três para este estudo: treliça de falha, de junta e subtreliça. A subtreliça distingue-se por apresentar, em um dos lados da linha de drenagem, canais mais alongados (figura 08). Nas áreas onde predomina o padrão de treliça de falha, predominante na região analisada, ocorrem falhas ou zonas de cisalhamento compressional de orientação NE-SW, falhas indiscriminadas WNW-ESE, estruturas de empurrão também NE-SW, além da presença de zonas miloníticas.

Em áreas de treliça de junta há presença de fraturas de orientação NNW-SSE, falhas ou fraturas de orientação também NNW-SSE e SSW-ENE.

Regiões de subtreliça têm a ocorrência de estruturas de Falha ou zona de cisalhamento compressional de orientação NE-SW, falhas transcorrentes sinistrais de orientação WNW-ESE e Falha ou zona de cisalhamento aproximada NNE-SSW.

Nas regiões onde o padrão retangular manifesta-se, observa-se a presença de falhas ou fraturas de orientação NE-SW, zonas miloníticas e falhas ou zonas de cisalhamento transcorrente sinistral NE-SW.

Figura 08 - Mapa de identificação dos padrões de drenagem em toda a bacia e em destaque cada um dos padrões. A) Subtreliça; B) Treliça de Falha; C) Retangular; D) Treliça de Junta.



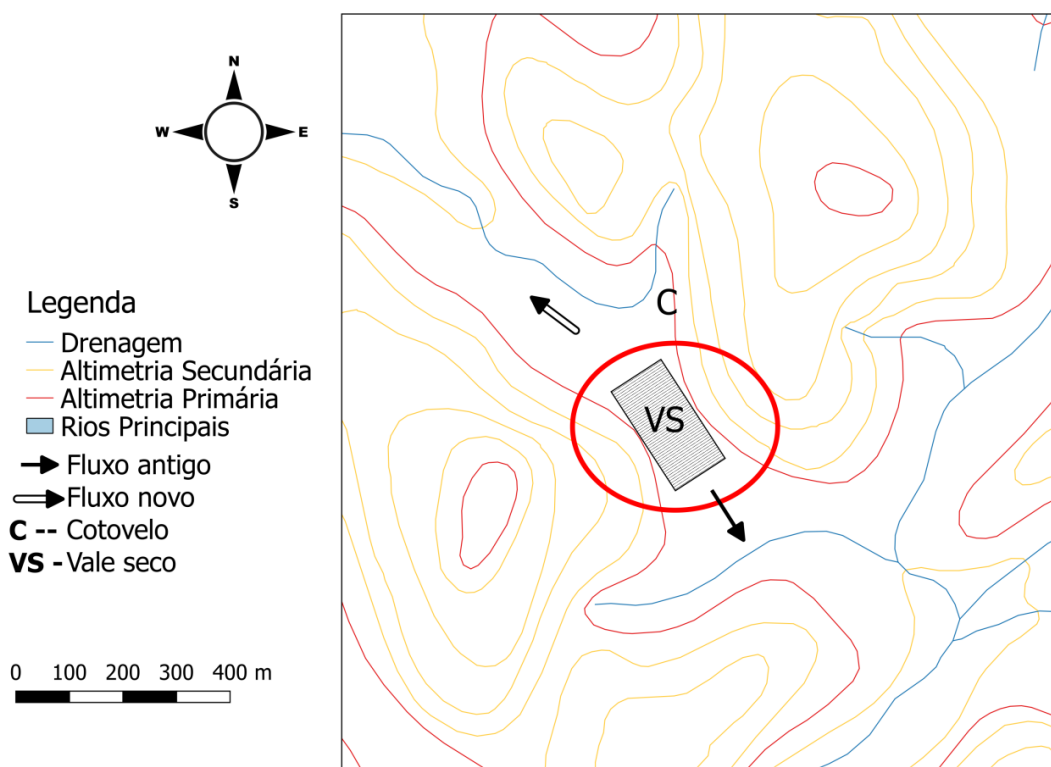
Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise dos padrões de drenagem indica que a rede fluvial da região é fortemente controlada por estruturas geológicas. O padrão de treliça, predominante, e suas variações (falha, junta e subtreliça) refletem a influência de falhas, fraturas e zonas de cisalhamento sobre a orientação dos cursos d'água. O padrão retangular, embora menos frequente, também evidencia controle estrutural por juntas e falhas, especialmente quando associado a fraturas adicionais. A presença de zonas miloníticas e falhas com diferentes orientações reforça o intenso condicionamento tectônico, demonstrando que a morfologia fluvial acompanha diretamente a estrutura do relevo.

A partir da análise da bacia hidrográfica, foram identificadas feições de anomalia com a seguinte classificação, de acordo com Castro (2004), Ignacio (2017) e Júnior (2019): canais colineares com divisores planos; canais não colineares com divisor plano; canais com presença de cotovelos, associados a divisores planos.

As anomalias podem ser encontradas pela observação de linhas de drenagem sem uma separação por curva de nível entre elas, ou seja, por divisores planos, sem uma definição exata de localização do interflúvio, podendo ocorrer a presença de lagos nessas regiões. A observação desse tipo de característica a partir da carta topográfica foi a forma escolhida para tais feições. Elas deixam marcas de fácil identificação na carta (figura 09), como a presença de vales secos e mudança de direção abrupta, no caso dos cotovelos.

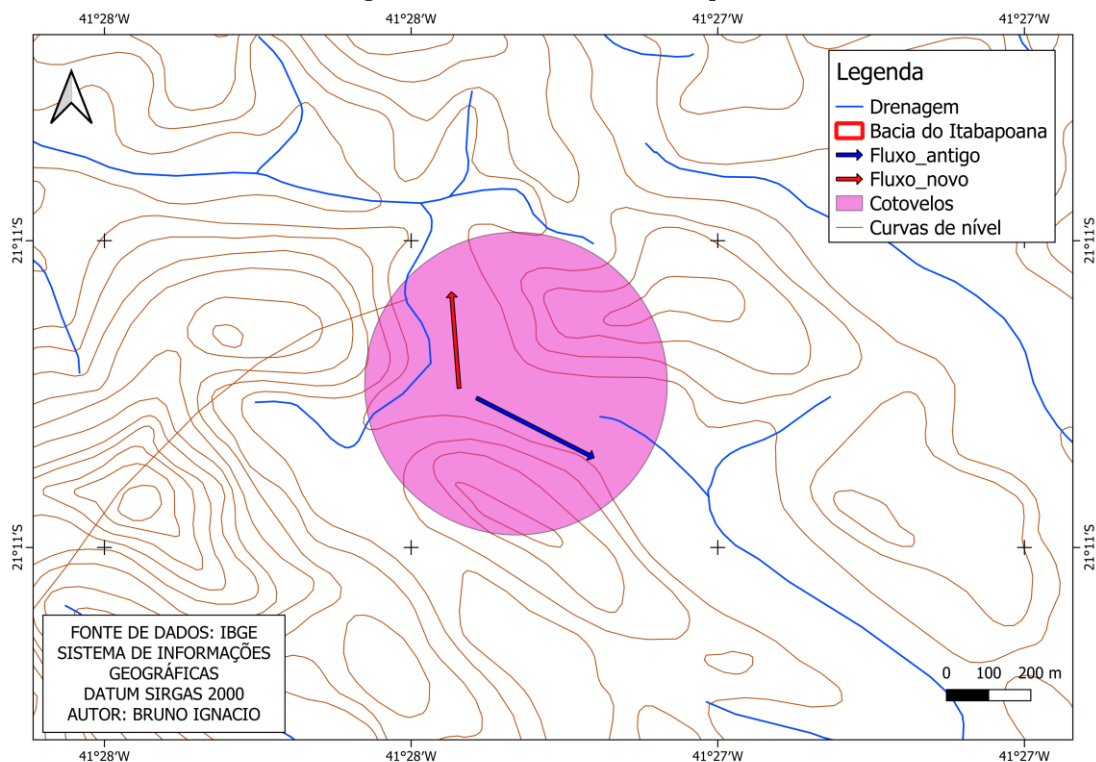
Figura 09 - Mapa exemplo mostrando os sentidos do escoamento, o vale seco e o cotovelo com curva abrupta.



Fonte: Elaborado pelo autor.

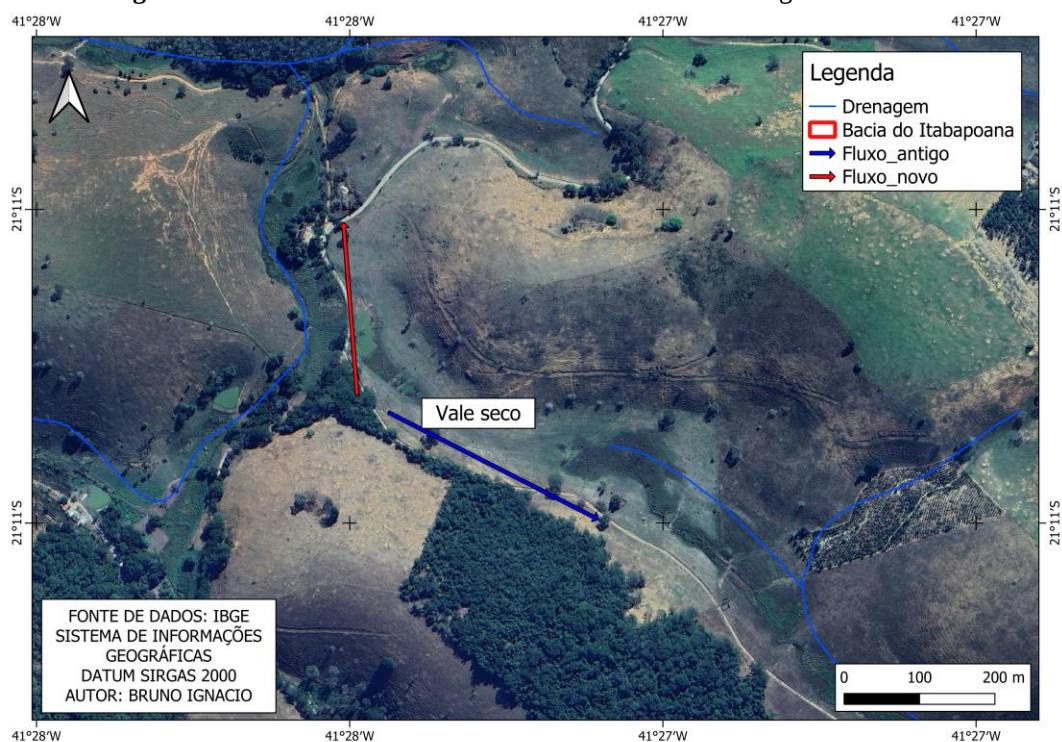
Capturas de drenagem com cotovelos associados a divisores planos, mostram o sentido ortogonal ao caminho antigo da drenagem, deixando um vale seco como resultado. Nesses casos o sentido da orientação é mais fácil de ser observado, pois há mudança abrupta na direção do escoamento, evidenciando um aumento erosivo no sentido da linha do antigo canal como pode ser observado nas figuras 10, 11 e 12.

Figura 10 - Cotovelo com divisor plano



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 11 - Ortofoto destacando o vale seco com a nova drenagem de cotovelo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 12 - Fotografia de campo mostrando o vale seco com drenagens associadas a cotovelos próximo ao distrito de Ponte do Itabapoana (Mimoso do Sul - ES).



Fonte: Acervo pessoal.

Foram mapeadas 100 anomalias de drenagem ao todo, e classificadas e quantificadas como colineares com divisores planos, ocorreram em 25 casos, não colineares com divisor plano, com 47 ocorrências, e cotovelos associados a divisores planos, com 28 casos (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Observando-se o comportamento da drenagem considerada nova (72 casos) em cada uma das anomalias mapeadas é notável um predomínio de duas direções principais, NNW-SSE e NW-SE, ou seja, ortogonais ao padrão dos trechos retilíneos. Isso significa mudança nos canais de drenagem associados a eventos posteriores aos que geraram as estruturas de falhas/fraturas mapeadas.

Tabela 1 - Tabela com a quantidade de anomalias encontradas e sua classificação

Tipos de anomalias	Quantidade
Colineares com divisores planos	25
Não colineares com divisores planos	47
Cotovelos associados a divisores planos	28
Total	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados estruturais coletados em campo fornecem evidências de neotectônica associadas ao evento de transcorrência dextral E-W, o evento mais expressivo na Região Sudeste Brasil, com medições de falhas predominantemente orientadas na direção NW-SE, resultantes de um regime de distensão NE-SW.

A análise da drenagem constitui uma metodologia altamente eficiente para estudos neotectônicos e morfotectônicos, uma vez que os sistemas fluviais respondem de forma sensível a qualquer alteração no terreno. Nesse contexto, os padrões de drenagem identificados neste estudo — treliça de falha, treliça de junta, subtreliça e retangular — demonstram forte associação com o controle estrutural geológico. Além disso, os trechos retilíneos da rede de drenagem apresentam direção predominante NE-SW, corroborando a vinculação ao segundo evento neotectônico brasileiro descrito na literatura.

As anomalias de drenagem mapeadas concentram-se principalmente no setor médio e baixo da área de estudo, nos compartimentos Morro do Coco e Mimoso do Sul. Observa-se que os novos fluxos de drenagem exibem orientação dominante NW-SE e NNW-SSE, o que

se relaciona diretamente à direção principal das falhas identificadas, associadas ao evento de transcorrência dextral E-W.

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que a metodologia adotada atendeu aos objetivos propostos. A análise integrada da região evidencia que a rede de drenagem exerce papel fundamental na interpretação do controle estrutural do relevo, revelando a presença de vales retilíneos encaixados em estruturas de falhas ou fraturas já mapeadas.

Além disso, foram identificadas áreas em que o relevo apresenta forte condicionamento estrutural mesmo na ausência de falhas ou fraturas anteriormente reconhecidas, o que sugere a atuação de controle tectônico recente sobre a evolução da paisagem. Esses resultados reforçam a importância da abordagem morfotectônica como ferramenta para a detecção de estruturas neotectônicas e para a compreensão da dinâmica geomorfológica regional.

REFERÊNCIAS

- ANGELIER, J. 1994. Fault slip analysis and paleostress reconstruction. In: **P.L., Hancock (ed.). Continental Deformation**. Oxford: Pergamon Press, p. 53-100.
- BAIENSE, M. C. **Condicionantes geológicos 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.
- BUSATO, C. **Condicionamento neotectônico a rede de drenagem e no relevo do baixo curso do Rio Doce (Espírito Santo, Sudeste do Brasil)**. 2020. 141 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Vitória, Espírito Santo, 2020.
- BISHOP, P. Drainage Rearrangement by River Capture, Beheading and Diversion. 1995. In: **Progress in Physical Geography**. 19(4). p.449-473.
- BRICALLI, L. L. **Padrões de lineamento e faturamento neotectônico no estado do Espírito Santo (Sudeste do Brasil)**. 2011. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- BRICALLI, L. L.; MELLO, C. L. Padrões de lineamentos relacionados à litoestrutura e ao fraturamento neotectônico (estado do Espírito Santo, SE do Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.14, n.3, Jul./Set. p.301-311, 2013.
- BRICALLI, L. L.; Procedimentos Metodológicos e Técnicas em Geomorfologia Tectônica. **Espaço Aberto, PPGG - UFRJ**, V. 6, N.1, p. 75-110, 2016.
- CASTRO, A. *et al.* 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.
- COX, R. T. Analysis of Drainage-Basin Symmetry as a Rapid Techique to Identify Areas of Possible Quaternary Tilt Block Tectonics: as Example from the Mississippi Emayment. **Geological Society of América Bullelin**, n. 106, p. 571-581, 1994.

FERREIRA, F. D. **Avaliação morfotectônica com base em assimetria de bacias de drenagem em um setor da depressão topográfica do rio Pomba Palma (MG/RJ).** Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geografia, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 43 p. 2018.

GATTO, A. *et al.* RADAMBRASIL. 1983. Folhas SF23/24: Rio de Janeiro/Vitória; **Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra.** MME, Rio de Janeiro, RJ. 32, 780p.

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

HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: SBG/MG, **WORKSHOP sobre neotectônica e sedimentação cenozoica continental no sudeste brasileiro.** Anais. 1, Belo Horizonte, Boletim SBG/MG, 11:11-31, 1990.

HEILBRON. M., PEDROSA-SOARES, A.C., CAMPOS NETO, M.C., SILVA, L.C., TROUW, R.A.J., JANASI, V.A. Província Mantiqueira. In: V. MANTESSO-NETO, A. BARTORELLI, CARNEIRO, C.R. & BRITO NEVES, B.B. (orgs.) **Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.** Beca, p. 203-235. 2004.

IGNACIO, B. F. **Investigação morfotectônica com base em anomalias de drenagem em um trecho da bacia do rio Pomba (Santo Antônio de Pádua/RJ).** Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geografia, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 28p. 2017.

JUNIOR, E. **O Grande Negócio das Pequenas Hidrelétricas: Quem controla as PCHs no Brasil?** Souza Jr. 2021. 10.13140

LIU, C.C. A geologia estrutural do Estado do Rio de Janeiro vista através de imagens MSS de Landsat. In.: **SBG, SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL RJ-ES**, 1, Rio de Janeiro. *Anais*, 164-188. 1987.

MELLO, C. L. **Sedimentação e tectônica cenozoica no Médio Vale do Rio Doce (MG, Sudeste do Brasil) e suas aplicações na evolução de um sistema de lagos.** Tese (Doutorado) — Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997.

MENDES, L. D. Morfotectônica da Bacia Hidrográfica do rio Bonito, Petrópolis, RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.8, n.1, p.63-77. 2007.

POSSES, S. P. **Condicionamento neotectônico na rede de drenagem na bacia hidrográfica do rio bananal (Espírito Santo, Sudeste do Brasil).** 2020. 146 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Vitória, Espírito Santo, 2020.

REIS, M. E. V. **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).** 2019. 47 p. Trabalho de conclusão de

curso. Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional. Bacharelado em Geografia. Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2019.

RIBEIRO, C.S. **Influência da tectônica pós-deposicional na distribuição da Formação Barreiras entre o rio Paraíba do Sul (RJ) e rio Doce (ES)**. 2010. 163 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Geologia. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

RICCOMINI, C. *et al.* Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. 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. 2004.

RICCOMINI, C. **O Rift Continental do Sudeste do Brasil**. 1989. 319 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1989.

SAADI, A. Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretação preliminares. **Geonomos**. v.1 n. 1 e 2. 1993.

SALVADOR, E.D.; RICCOMINI, C. 1995. Neotectônica da região do alto estrutural de Queluz (SP-RJ, Brasil). **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, v. 25(3), p. 151-164. 1995.

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

SILVA, T. P. **Neotectônica na Região da Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul e Áreas Adjacentes, entre Miguel Pereira e Juiz de Fora (MG)**. 2006. 125 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SILVA, T. P.; MELLO, C. L. Reativações Neotectônicas na Zona de Cisalhamento do rio Paraíba do Sul (Sudeste do Brasil). 2011. **Geologia USP: Série Científica**. São Paulo, v. 11, n. 1, p. 1-20. 2011.

SUMMERFIELD, M. A. Tectonic Geomorphology: macroscale perspectives. **Prog. in Phys. Geog.**, v. 10, n. 2, p. 227-238, 1986.

WEST, D. C. (2019) **Modelo tectonossedimentar e deformação pós-deposicional da Formação Barreiras na região sul do Espírito Santo**. Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Geociências.

ZALÁN, P. V.; OLIVEIRA, J. A. B. Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil. **Boletim de Geociências Petrobras**, v. 13, n. 2, p. 269-300. 2005.

ZALÁN, P.V. 1986. A tectônica transcorrente na exploração do petróleo: uma revisão. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, 16(3). p. 245-257. 1986.