

# Padrões de Lineamentos e Controle Estrutural, Tectônico e Neotectônico no Relevo da Região de Pancas (Espírito Santo, Sudeste do Brasil)

## Lineament Patterns and Structural, Tectonic, and Neotectonic Control in the Relief of the Pancas Region (Espírito Santo, Southeast Brazil)

Marcos Cesar Luna da Silva<sup>1</sup> 

Luiza Leonardi Bricalli<sup>2</sup> 

### Palavras-chave:

Estruturas geológicas  
Morfoestrutura  
Morfotectônica

### Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo principal investigar o controle litoestrutural, tectônico e neotectônico no relevo da região de Pancas (Espírito Santo, Sudeste do Brasil). A metodologia foi organizada em análises de gabinete e de campo. Em gabinete foram gerados mapas de lineamentos e de trends estruturais, a partir da técnica de extração manual, utilizando ferramentas de edição do software ArcGIS 10.3.1<sup>TM</sup> (ESRI, 2012), sobre um Modelo Digital de Elevação (MDE) com diferentes iluminações artificiais (escala 1:110.000) e geradas rosetas de orientação. Os mapas geológicos e geomorfológicos foram organizados/elaborados com o ArcGIS, a partir do Sistema de Informações Geográficas (SIG) e as bases cartográficas foram configuradas no sistema de projeção UTM e DATUM SIRGAS 2000, zona 24S, posteriormente analisados e comparados com os dados das orientações dos lineamentos decalcados, com a orientação das falhas de afloramentos estudados e com a literatura existente. Os resultados apresentaram orientações NW-SE/NNW-SSE e NE-SW/WNE-SSW, com a predominância das orientações NNW-SSE e NW-SE identificadas na análise dos lineamentos e dos trends estruturais, semelhantes com as orientações das falhas geológicas e das falhas neotectônicas presentes na área estudada, refletindo a estruturação regional da área, apresentando as mesmas orientações da Faixa Colatina. As orientações secundárias do Orógeno Araçuaí (NE-SW), a identificação de feições morfotectônicas, a presença de diferenças topográficas abruptas (perfis topográficos), a identificação de regiões tectônicas (mapa de superfície de bases) e de blocos tectônicos (perfil em varredura) demonstram o controle tectônico no relevo da região de Pancas-ES, atingindo o objetivo desta pesquisa.

### Keywords

Geological structures  
Morphostructure  
Morphotectonics

### Abstract

The main objective of this research is to investigate the lithostructural, tectonic, and neotectonic control on the relief of the Pancas region (Espírito Santo, Southeastern Brazil). The methodology was organized into computer and field analyses. In a computer, lineament and structural trend maps were generated from the manual extraction technique using editing tools of ArcGIS 10.3.1<sup>TM</sup> software (ESRI, 2012) over a Digital Elevation Model (DEM) with different artificial illumination (scale 1:110.000) and orientation rosettes were generated. The geological and geomorphological maps were organized/elaborated with ArcGIS from the Geographic Information System (GIS). The cartographic bases were configured in the UTM projection system, and DATUM SIRGAS 2000, zone 24S, and later analyzed and compared with the data of the orientations of the dedicated lineaments, with the orientation of the studied outcrop failures and with the existing literature. The results presented NW-SE/NNW-SSE and NE-SW/WNE-SSW orientations, with the predominance of NNW-SSE and NW-SE orientations identified in the analysis of the lineaments and structural trends, similar to the orientations of the geological faults and neotectonic faults present in the studied area, reflecting the regional structuring of the area, presenting the same orientations as the Colatina Belt. The secondary orientations of the Araçuaí Orogen (NE-SW), the identification of morphotectonic features, the presence of abrupt topographic differences (topographic profiles), and the identification of tectonic regions (base surface map) and tectonic blocks (scanning profile) demonstrate the tectonic control in the relief of the Pancas-ES region, achieving the objective of this research.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória - ES, Brasil. [macelusi@gmail.com](mailto:macelusi@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória - ES, Brasil. [luizabricalli@gmail.com](mailto:luizabricalli@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

A presente pesquisa trata do estudo da relação de lineamentos, estruturas geológicas, tectônica e falhas neotectônicas na região de Pancas (Espírito Santo, Sudeste do Brasil), a qual é de fundamental importância para o entendimento da evolução do relevo na região.

A área é caracterizada por padrões de relevo com forte controle estrutural e tectônico. Além disso, é importante mencionar a existência de falhas neotectônicas no local, sugerindo um condicionamento dessas falhas nas feições mencionadas (BRICALLI, 2011). Apresenta também, densidade alta de falhas/fraturas, e está inserida na feição geotectônica mais importante do estado do Espírito Santo (BRICALLI, 2011) de orientação NNW-SSE, com características rúpteis associadas a esforços compressivos e distensivos, sendo considerada uma área com presença de reativações tectônicas (NOVAIS et al., 2004).

A análise de lineamentos tem sido uma ferramenta útil para pesquisas em áreas que podem indicar locais de ocorrências de estruturas geológicas importantes, dessa forma, comprovando a influência estrutural e/ou tectônica na evolução do relevo. Isso ocorre, pois, os lineamentos refletem as principais linhas de fraqueza regionais (BRICALLI; MELLO, 2013), além da importância para análises neotectônicas.

O relevo controlado por descontinuidades estruturais, pode corroborar a inferência de uma atuação neotectônica, em uma região que possui

evidentes sinais de reativação tectônica recente, a qual exerce importante papel no delineamento geomorfológico do relevo atual (OLIVEIRA et al., 2018).

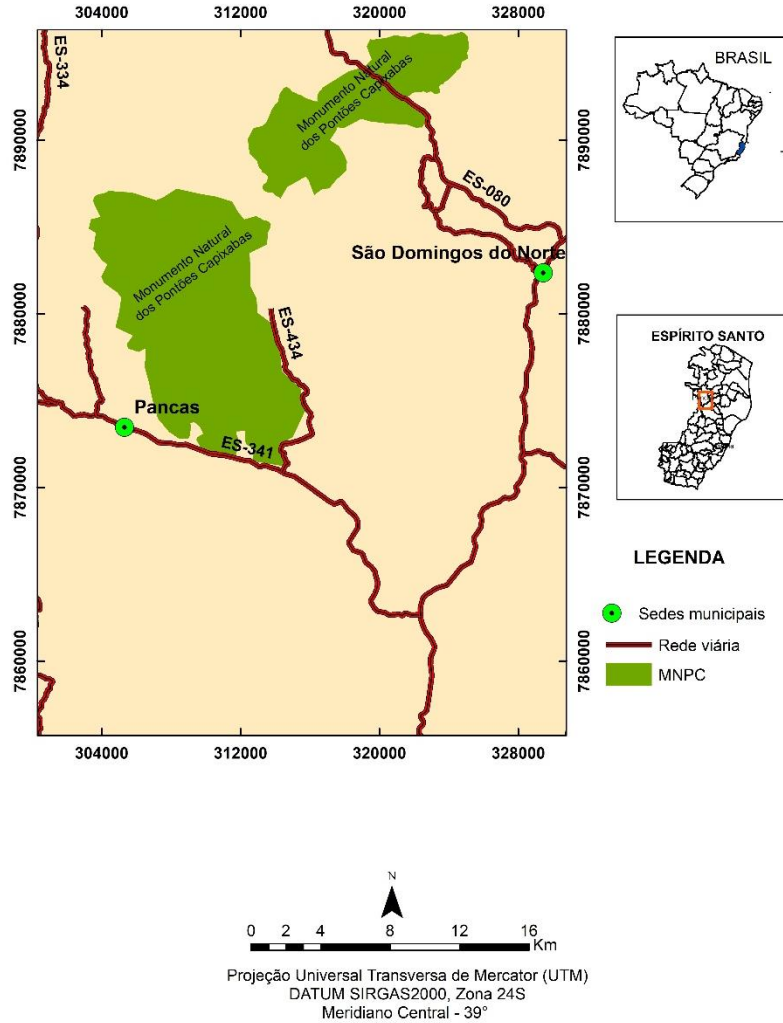
Diante do exposto, o objetivo principal desta pesquisa foi investigar o controle litoestrutural, tectônico e neotectônico no relevo da região de Pancas, estado do Espírito Santo. Os objetivos específicos corresponderam a: i) Identificar padrões de lineamentos na região de Pancas, segundo a metodologia de extração manual; ii) Relacionar padrões de lineamentos, estruturas geológicas, orientação das estruturas do Orógeno Araçuaí, orientação da Faixa Colatina e orientações de falhas neotectônicas com o relevo de pães-de-açúcar.

## ÁREA DE ESTUDO

### *Localização e acessos*

A área estudada compreende a região de Pancas, noroeste do estado do Espírito Santo, abrangendo 1.375,29 km<sup>2</sup>, situada entre as latitudes 19°00'49.15"S – 19°24'10.62"S e longitudes 40°36'47.57"W – 40°54'58.39"W. O acesso, a partir da cidade de Vitória, inicia-se pela BR-101 Norte e, a partir do Município de João Neiva, pela BR-259, sentido Colatina e pela ES-341, sentido à Pancas. A área apresenta um relevo em forma de pães-de-açúcar, cuja beleza cênica deu origem ao “Monumento Natural dos Pontões Capixabas, Unidade de Conservação (UC), criada em 2002 (Figura 1).

Figura 1- Mapa de localização da área estudada



Fonte: Afloramentos com falhas neotectônicas: Bricalli (2011);  
 Toponímia: IBGE (2018).

Fonte: Os autores (2022).

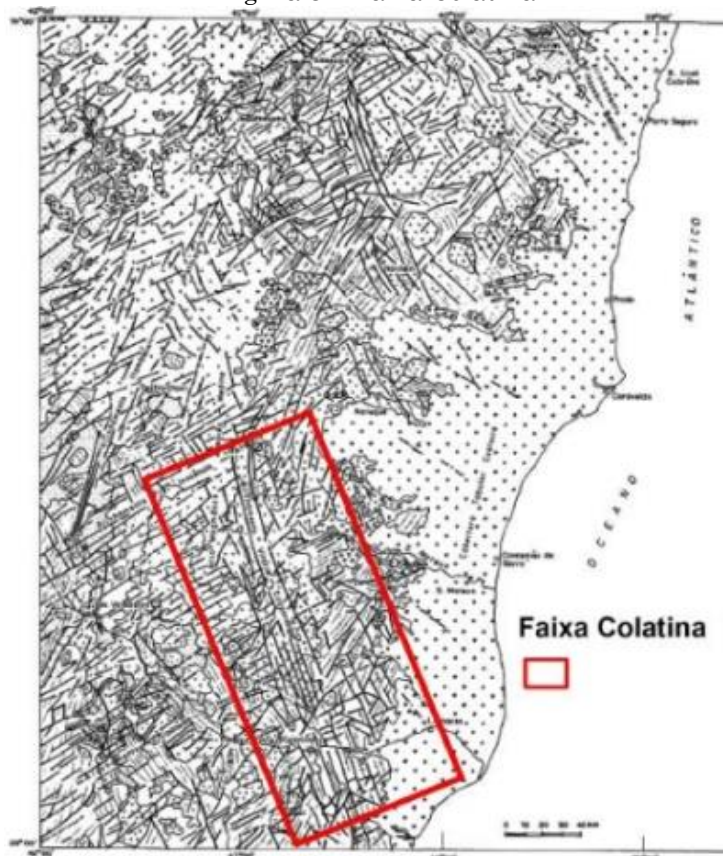
### Geologia local

A área apresenta litologia diversificada, pertencente às seguintes unidades geológicas: i) Complexo Nova Venécia (Neoproterozoico) composto de silimanita-granada-cordierita-biotita bandado com intercalações de calcissilicáticas (NP3nv), gnaisses quartzosos (gnq); ii) Granito Nanuque (nq) (Neoproterozoico); Suíte Ataleia: granada-

biotita, granito Ataleia (at) e leucogranito indeformado Ataleia (atlg) e a Suíte Carlos Chagas composta de leucogranito; iii) Charnockito Padre Paraíso (Paleozoico) composto por Charnockito e enderbito porfiríticos, metaluminosos, calcio-alcalinos de alto K distribuído em porções na área abrangida pela Suíte Carlos Chagas (CPRM, 2018) – figura 2.



Figura 3 – Faixa Colatina



Fonte: Modificado de Silva et al. (1987).

### *Atividade sísmica*

As atividades sísmicas registradas na área estudada, em 2021, podem estar sendo influenciadas pelas extensas zonas de cisalhamento e falhas/fraturas com predominância de direção NNW-SSE e NW-SE, Faixa Colatina (NNW-SSE), densidade alta de fraturamentos/falhamentos e de lineamentos (BRICALLI, 2011), além de atividades neotectônicas.

### *Geomorfologia local*

A área está inserida em dois domínios morfoestruturais (GATTO et al., 1983; MENDES et al., 1987), que são: 1) Domínio Maciços Plutônicos; e 2) Domínio Faixa de Dobramentos Remobilizados.

A Unidade geomorfológica Bloco Montanhoso Central apresenta aspecto montanhoso e altitudes em torno de 500m e 700m, alcançando até mais de 1.000m nas serras e influência de controle estrutural, preferencialmente nas direções NW-SE e NE-SW (MENDES et al., 1987).

A Unidade geomorfológica Depressão Marginal corresponde aos setores dissecados e deprimidos, apresentando controle estrutural,

indicando interferências estruturais dos ciclos geotectônicos (MENDES et al., 1987).

A Unidade geomorfológica Patamares Escalonados do Sul Capixaba apresenta níveis de dissecação escalonados, formando patamares, sugerindo blocos basculados, em decorrência de impulsos epirogenéticos relacionados com a atuação dos ciclos geotectônicos e da Reativação Wealdeniana (MENDES et al., 1987).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi dividida em 2 (duas) etapas fundamentais: i) análises de gabinete; e ii) análises de campo.

### *Análises de gabinete*

Nas análises de gabinete, os lineamentos foram decalcados no ArcMap™ ArcGIS 10.3.1™ (ESRI, 2012) sobre modelo digital de elevação (MDE) com resolução espacial de 30m (Topodata) - (VALERIANO, 2002). Sobre o MDE foram aplicadas técnicas de iluminações artificiais e altitude solar de 45°, utilizando a ferramenta “Hillshade”, e estabelecido o “Z-factor” com o valor 0,00000934 (BRICALLI, 2011) a partir da

média entre os valores das latitudes que abrangem o estado do Espírito Santo. Em seguida, os lineamentos foram decalcados segundo a metodologia de extração manual (BRICALLI, 2011), levando-se em consideração as suas características (LIU, 1984).

Os valores de direção de lineamentos foram calculados utilizando o *software AzimuthFinder*® 1.1 (QUEIROZ et al., 2014). Em seguida, foi aplicada a ferramenta *Calculate Geometry* para calcular os comprimentos dos lineamentos extraídos na unidade metro.

Os azimutes dos lineamentos, assim como o comprimento dos lineamentos, foram representados de acordo com Allmendinger et al. (2013), com a utilização do *software Oriana* (versão 3.21, license demo, 2022), da Kovach Computing Services e confeccionados em diagramas de rosetas.

Na elaboração do mapa de densidade de lineamentos, foi utilizada a ferramenta *Line Density* do *ArcToolBox*, do ArcGIS, com tamanho de célula 30 e unidade de área km/km<sup>2</sup>. Posteriormente foram decalcados os *trends* estruturais da área sobre a densidade de lineamentos.

O mapa de lineamentos sobre ortofotos digitais (GEOBASES, 2021), na escala 1:25.000, assim como o cálculo do azimute, o cálculo do comprimento de lineamentos, a densidade de lineamentos e o decalque dos *trends* estruturais, foram elaborados da mesma maneira que o mapa de lineamentos sobre o MDE, com exceção das iluminações artificiais, por se tratar de fotografias aéreas.

O mapa de falhas e estruturas foi gerado no *software* ArcGIS, tendo como base o mapa geológico da CPRM (2018), escala 1:400.000, a partir da vetorização das estruturas geológicas presentes na área.

O mapa hipsométrico foi elaborado através do MDE, apresentando 5 (cinco) intervalos de classes de altitudes (77m a 188m; 188m a 300m; 300m a 442m; 442m a 596m e 596m a 901m).

Para a elaboração do mapa de superfícies de base (SB), obteve-se as informações altimétricas da área estudada e extração da rede de drenagem, a partir do MDE e determinando a hierarquia da drenagem conforme propõe Strahler (1952). Após essas etapas, utilizando a ferramenta *Stream Order* do ArcGIS, foi determinada a hierarquia dos rios. Os segmentos de segunda ordem (STRAHLER, 1952) foram selecionados e convertidos para pontos. O valor da altitude de cada ponto foi obtido a partir do MDE e, por fim, os dados foram interpolados utilizando o método do INVERSO DA DISTÂNCIA PONDERADA – IDW, na potência 2, com raio de busca de 2,5 km

e considerando-se os 15 pontos mais próximos, resultando no mapa de superfícies de base (SALVADOR; PIMENTEL, 2009).

Os perfis em varredura foram elaborados nas orientações NW-SE (perfil A-B) e NE-SW (perfil C-D), conforme metodologia proposta por Meis et al. (1982), sobre a base cartográfica do IBGE (1979) na carta topográfica São Gabriel da Palha (SE.24-Y-C-III), na escala 1:100.000. Os valores de pontos altimétricos foram extraídos e transferidos para o *software* Excel® em forma de tabela e gerado o gráfico do tipo “dispersão”. Através do programa de edição *Paint do Windows*® foram desenhados os blocos sobre o gráfico em dispersão.

Para a elaboração do perfil geológico-geomorfológico foi traçado no ArcGIS um transecto na orientação E-W. A classificação das litologias foi realizada manualmente a partir do início e final dos limites litológicos (CPRM, 2018) e inserida no perfil topográfico elaborado, permitindo, assim, a representação topográfica em 2D.

As análises neotectônicas foram realizadas a partir dos dados de neotectônica já existentes no estado do Espírito Santo (BRICALLI, 2011), atentando-se, especialmente, à orientação das falhas, tipos de falhas (normal, reversa, sinistral ou dextral), unidade estratigráfica afetada e identificação dos eventos neotectônicos apontados.

### Análises de campo

Os pontos de campo foram registrados com GPS, câmera fotográfica digital, imageamento de drone, anotações e desenhos em caderneta de campo. O registro das características geológicas e geomorfológicas foi realizado por meio de análises *in situ* dos litotipos, estruturas geológicas e feições geomorfológicas presentes, além de uma comparação com os mapeamentos geológicos e geomorfológicos pré-existent (CPRM, 2018; MENDES et al., 1987).

Os litotipos foram identificados através de análise macroscópica, com auxílio de martelo geológico e lupa (10mm x 20mm). As estruturas geológicas (falhas e fraturas) foram medidas com uso de bússola modelo *Brunton*. As morfologias foram interpretadas a partir da classificação das morfologias de topos, vertentes e vales presentes na área.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na área de estudo foram traçados 2.133 lineamentos, sendo 1598 lineamentos de vale e

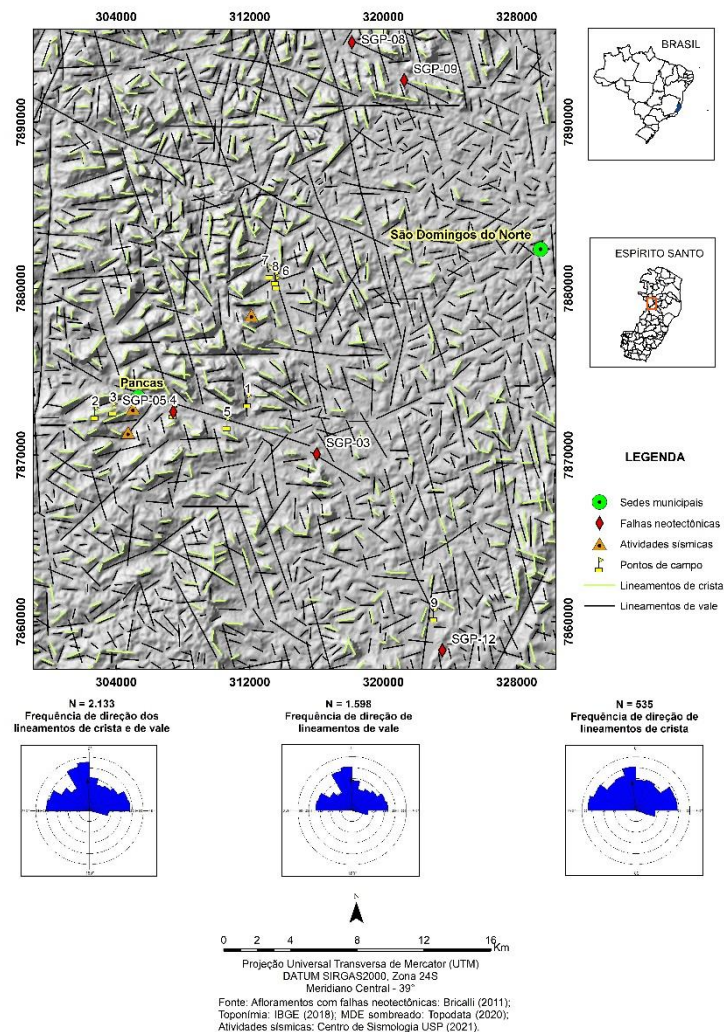
535 lineamentos de cristas alinhadas (Figura 4).

Os gráficos de rosetas demonstram a predominância dos lineamentos de direção NNW-SSE e NW-SE, seguidas pelas orientações NNE-SSW e NE-SW, seguidos da orientação N-S. As orientações E-W são pouco representativas. As orientações NNW-SSE e NW-SE refletem as estruturas regionais (lineamentos do estado do Espírito Santo), identificadas por Bricalli (2011).

As orientações NNW-SSE e NW-SE dos

lineamentos refletem a orientação da Faixa Colatina e são coincidentes com as orientações predominantes do mapa de *trends* estruturais (Figura 5). As orientações NNW-SSE a NW-SE dos lineamentos também são coincidentes com a orientação de uma falha dextral NNW-SSE dos pontos SGP-08 e SGP-09, bem como de uma falha dextral NNW-SSE do ponto SGP-12 (BRICALLI, 2011).

Figura 4 - Mapa de lineamentos

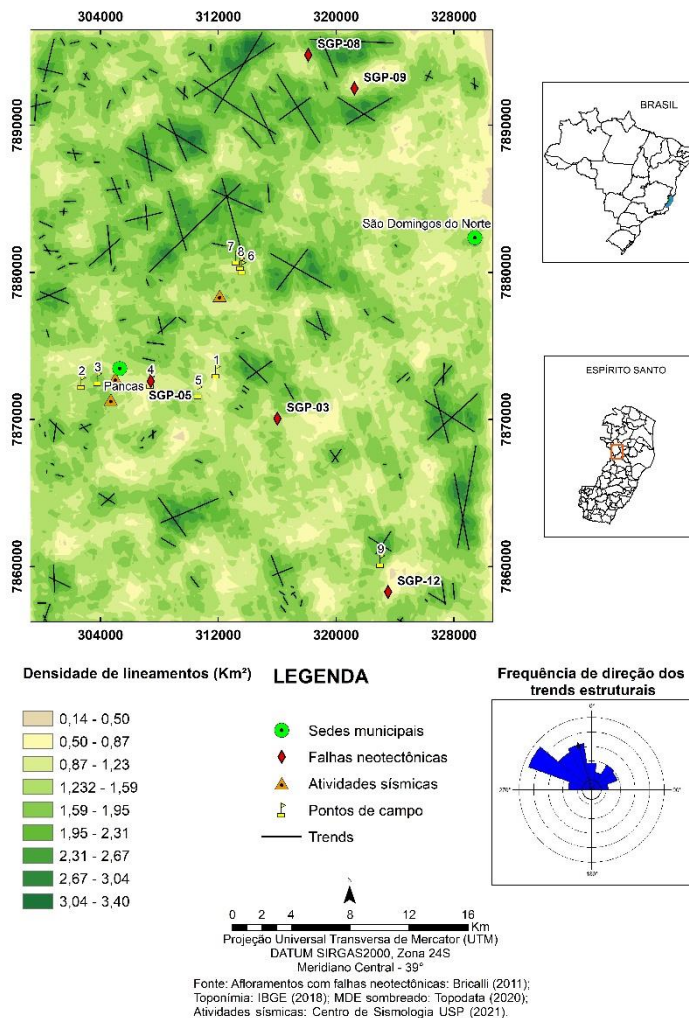


Fonte: Os autores (2022).

Os lineamentos de direção NNE-SSW e NE-SW refletem a orientação do Orógeno Araçuai (NE-SW) - (MACHADO FILHO et al., 1983; PEDROSA SOARES; WIEDEMANN-LEONARDOS, 2000). Essas orientações, também refletem as estruturas regionais identificadas por Bricalli (2011). Refletem ainda as orientações da falha dextral ENE-WNW dos

pontos SGP-08 e SGP-09 e das falhas normais NE-SW e dextrais NNE-SSW do ponto SGP-12 (BRICALLI, 2011).

O mapa de densidade de lineamentos e de *trends* estruturais apresentou um total de 167 lineamentos traçados em toda a área estudada (Figura 5).

Figura 5 – Mapa de densidade de lineamentos e *trends* estruturais

Fonte: Os autores (2022).

Os maiores intervalos de classe, entre 1,95 Km<sup>2</sup> a 3,4 Km<sup>2</sup>, estão concentrados na porção norte do Domínio Maciços Plutônicos e em pequenas áreas distribuídas no centro e sul desse Domínio. Na porção sudeste, no Domínio Faixa de Dobramentos Remobilizados, também há presença de áreas com concentração desses intervalos de classe. Os intervalos de classe entre 0,87 Km<sup>2</sup> a 1,95 Km<sup>2</sup> estão distribuídos uniformemente em toda a área estudada.

O gráfico de rosetas dos *trends* estruturais apresentou predominância de lineamentos de direção NNW-SSE e NW-SE, seguidas das orientações NE-SW. As orientações N-S e E-W são menos expressivas que as mencionadas. As orientações também refletem as estruturas regionais, identificadas por Bricalli (2011).

As orientações NNW-SSE e NW-SE dos lineamentos refletem a orientação da Faixa Colatina e são coincidentes com as orientações dos *trends* estruturais. As orientações NNW-SSE a NW-SE dos lineamentos também são coincidentes com a orientação de uma falha dextral NNW-SSE do ponto SGP-12 e de uma

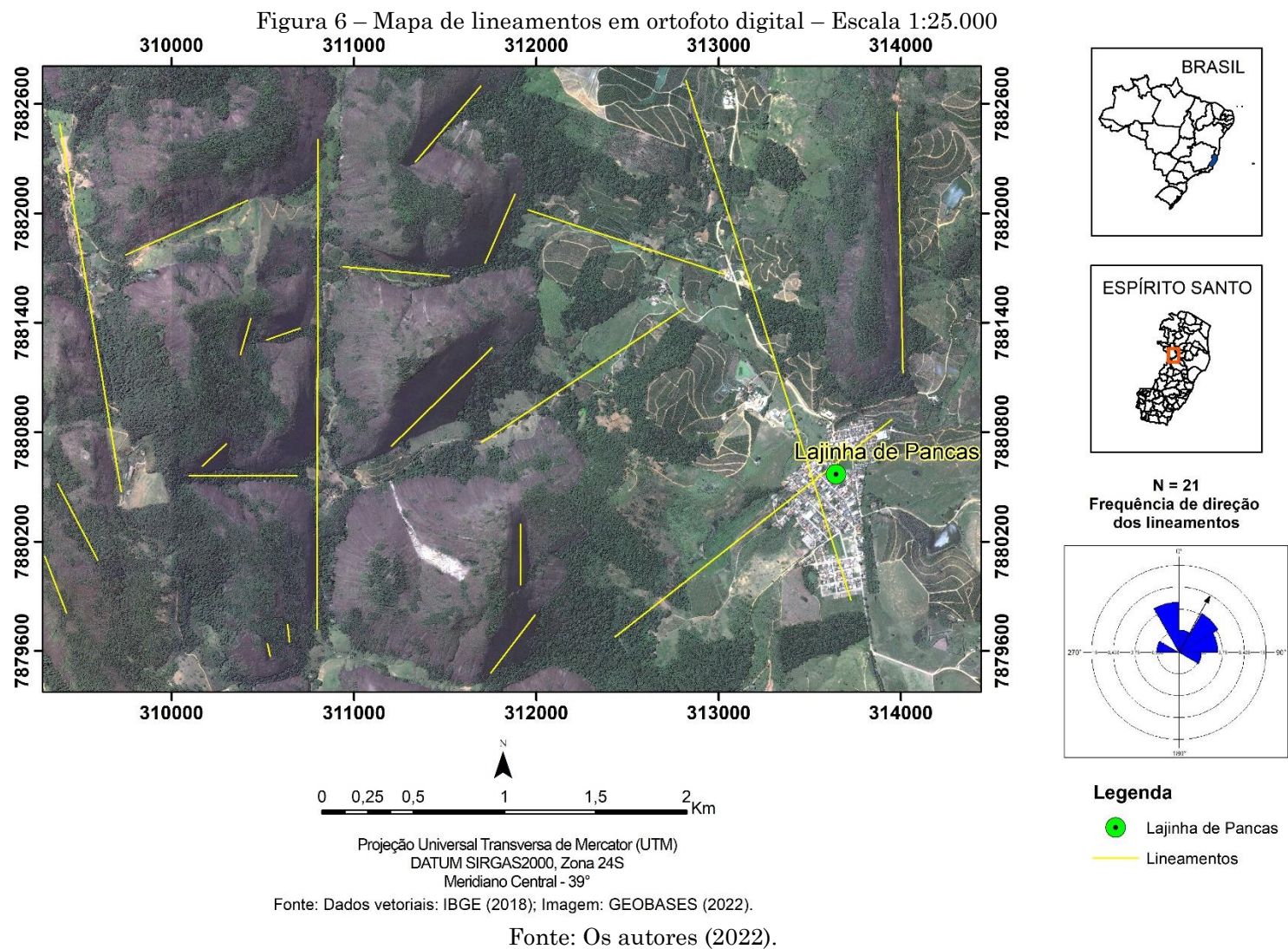
falha dextral NNW-SSE dos pontos SGP-08 e SGP-09 (BRICALLI, 2011).

Os lineamentos de direção NNE-SSW e NE-SW refletem a orientação do Orógeno Araçuai e também refletem as orientações da falha dextral ENE-WNW dos pontos SGP-08 e SGP-09 e falhas normais NE-SW e dextrais NNE-SSW do ponto SGP-12 (BRICALLI, 2011).

O mapa de lineamentos sobre ortofoto digital, escala 1:25.000 (GEOBASES, 2021) apresentou 21 lineamentos traçados no entorno do Distrito de Lajinha de Pancas-ES. O gráfico de rosetas apresentou a predominância de direção NNW-SSE, seguida da orientação NE-SW, seguidas das orientações WNW-ESE e ENE-WSW (Figura 6).

A orientação predominante (NNW-SSE) dos lineamentos reflete a orientação da Faixa Colatina. As orientações NNW-SSE a NW-SE dos lineamentos também são coincidentes com a orientação de uma falha dextral NNW-SSE do ponto SGP-12, falha dextral NNW-SSE dos pontos SGP-08 e SGP-09 (BRICALLI, 2011), pontos esses próximos à área delimitada.

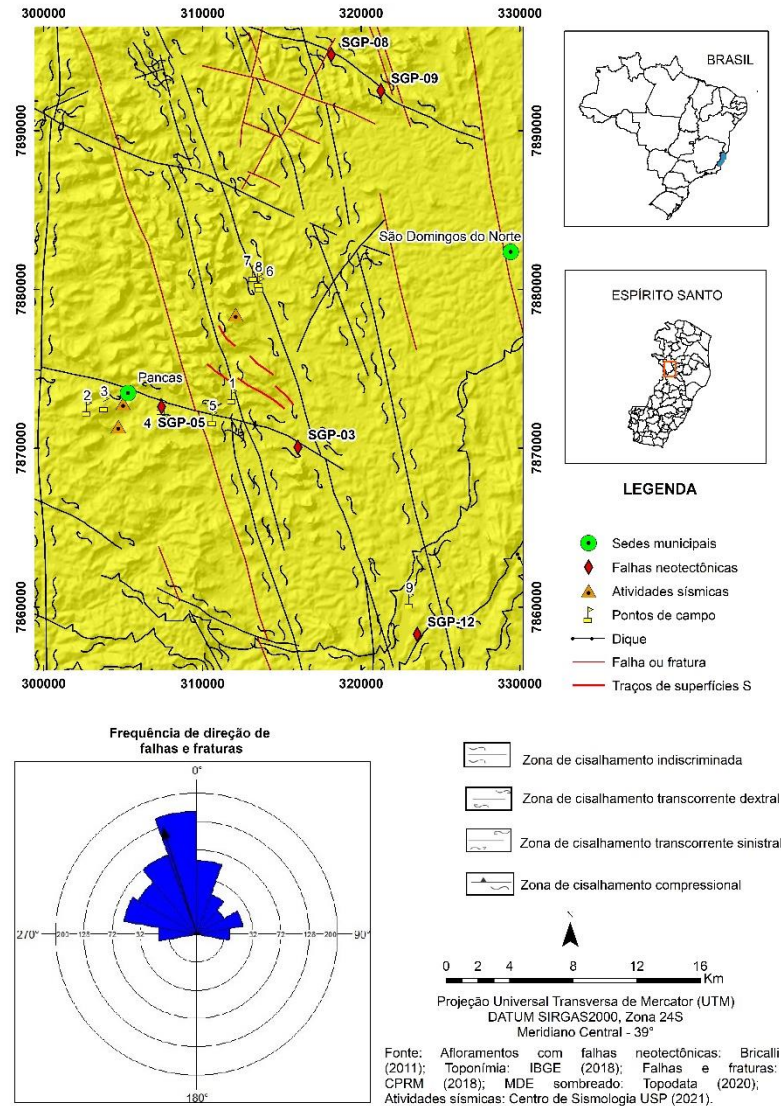




O gráfico de rosetas do mapa de falhas e fraturas existentes na área estudada demonstrou a predominância dos lineamentos de direção NNW-SSE e NW-SE, seguidas pelas orientações NNE-SSW e NE-SW, seguidos das

orientações WNW-ESE e ENE-WSW. Essas orientações refletem as estruturas regionais identificadas por Bricalli (2011). Os lineamentos de direção NNE-SSW e NE-SW refletem a orientação do Orógeno Araçuai (Figura 7).

Figura 7 – Mapa de falhas e fraturas



Fonte: Os autores (2022).

Também refletem as orientações das falhas dextrais WNW-ESE e ENE-WSW dos pontos SGP-03 e SGP-05, falhas normais e sinistras NE-SW e dextrais NNE-SSW do ponto SGP-12 (BRICALLI, 2011). As orientações NNW-SSE a NW-SE dos lineamentos refletem a orientação da Faixa Colatina e são coincidentes com as orientações da falha dextral NNW-SSE do ponto SGP-12, bem como das falhas normais NW-SE dos pontos SGP-08 e SGP-09 (BRICALLI, 2011).

O mapa hipsométrico foi elaborado com 5 (cinco) intervalos de classes de altitudes (77m a 188m; 188m a 300m; 300m a 442m; 442m a 596m e 596m a 901m), representando a variação altimétrica do relevo nos Domínios Maciços

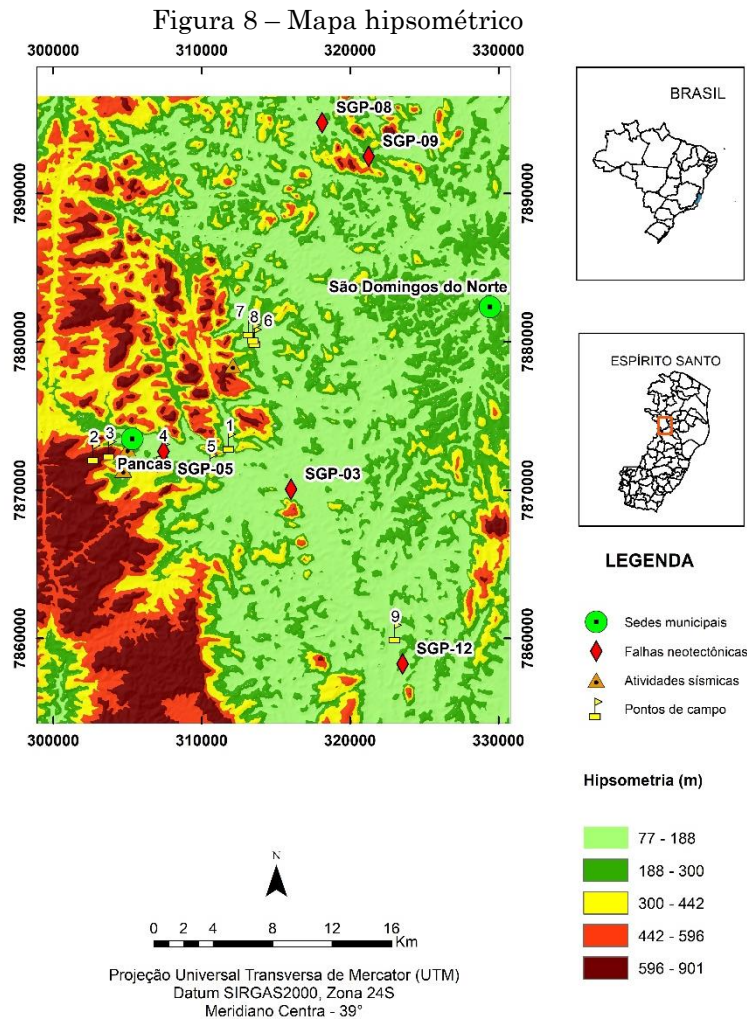
Plutônicos e Faixa de Dobramentos Remobilizados que compreendem a área estudada, com as maiores altitudes (300m a 901m) abrangendo sua porção oeste (Figura 8).

No Domínio Maciços Plutônicos, na porção sul, predominam os intervalos de classes entre 442m a 901m e na porção norte, o intervalo de classe de 300m a 442m. A Unidade Geomorfológica Bloco Montanhoso Central, apresenta fragmentos de planaltos com topos planos, associações de morros, forte controle estrutural e ocorrência de pontões e dissecação em lombas (MENDES et al., 1987).

Os intervalos de classe de 188m a 300m estão distribuídos no Domínio da Faixa de

Dobramentos Remobilizados, se destacando a leste da área estudada e em pequenas áreas no Domínio Maciços Plutônicos. O Domínio Faixa de Dobramentos Remobilizados é caracterizado por formação de patamares, rios principais entalhados, interflúvios tabulares e colinosos, colinas, planalto dissecado e entremeado de vales profundos em V, interflúvios de topos convexos e colinas entremeadas por núcleos mais resistentes e em forma de pontões e cristas separados por vales de fundo chato e colmatados (MENDES et al., 1987).

No Domínio Maciços Plutônicos, na porção sul, predominam os intervalos de classes entre 442m a 901m e na porção norte desse Domínio o intervalo de classe de 300m a 442m. O intervalo de classe de 188m a 300m está distribuído no Domínio da Faixa de Dobramentos Remobilizados, se destacando a leste da área estudada e em pequenas áreas no Domínio Maciços Plutônicos. O intervalo de classe 77m a 188m predomina na Faixa de Dobramentos Remobilizados e se apresenta em pequenas áreas no Domínio dos Maciços Plutônicos.



Fonte: Afloramentos com falhas neotectônicas: Bricalli (2011);  
Toponímia: IBGE (2018); MDE sombreado: Topodata (2020);  
Atividades sísmicas: Centro de Sismologia USP (2021).

Fonte: Os autores (2022).

No mapa hipsométrico, observa-se relevo com morros mais alongados na porção sudoeste, com fraturamentos na orientação NE-SW, e morros isolados na porção noroeste, separados por fraturamentos bem-marcados, especialmente nas orientações NNW-SSE e NW-SE. Na porção leste da área, o relevo é bastante dissecado, com sulcos estruturais profundos, escarpas, cristas e pontões, orientados predominantemente na direção NNW-SSE, seguida da orientação NNE-

SSW, diferentemente da porção oeste da área.

As orientações dos fraturamentos nas orientações NNW-SSE e NW-SE, no mapa hipsométrico, refletem as orientações dominantes também nos mapas de lineamentos, no mapa de *trends* estruturais e no mapa de falhas geológicas presentes na área (BRICALLI, 2011), refletindo a mesma orientação da Faixa Colatina. Além disso, essa orientação dominante é também coincidente com orientações de falhas

neotectônicas mapeadas na área e próximas à mesma.

Diante do descrito acima, observa-se que as altitudes da área, quanto o relevo, apresentam forte controle estrutural e tectônico.

O mapa de superfície de base apresenta 12 (doze) classes de isobases: 1) 80m a 134m; 2) 134m a 167m; 3) 167m a 208m; 4) 208m a 252m; 5) 252m a 291m; 6) 291m a 333m; 7) 333m a 372m; 8) 372m a 407m; 9) 407m a 444m; 10) 444m a 485m; 11) 485m a 535m; e 12) 535m a 636m, permitindo assim identificar os contrastes acentuados do relevo (Figura 9).

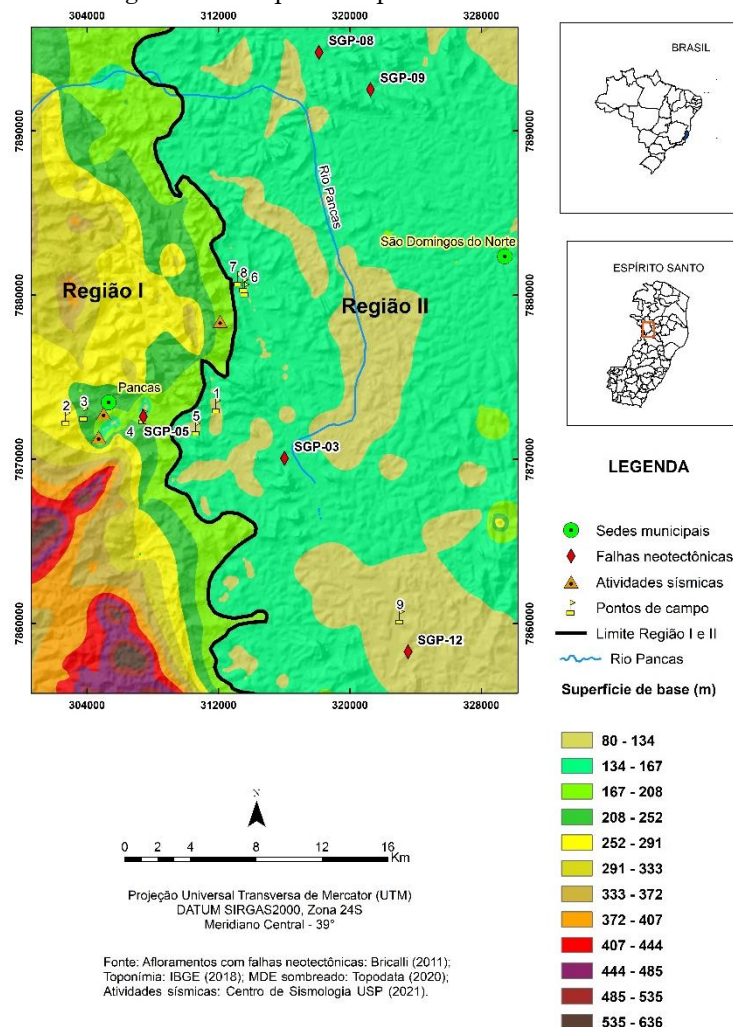
A partir da análise das classes de isobases, foram delimitadas 2 (duas) regiões: i) Região I (167m a 636m) e; ii) Região II (80m a 167m).

Na Região I, predominam as Unidades

geológicas Suíte Carlos Chagas, Charnockito Padre Paraíso, Suíte Ataleia e o Complexo Nova Venécia, apresentando falhas/fraturas, traços de superfície S e zonas de cisalhamento de orientações NNW-SSE, NW-SE e WNW-ESE (CPRM, 2018).

Na região II, predominam as Unidades geológicas Suíte Carlos Chagas, Granito Águia, Suíte Ataleia e o Complexo Nova Venécia, apresentando falhas/fraturas e zonas de cisalhamento de orientações NNW-SSE, WNW-ESE e NNE-SSW, (CPRM, 2018). A orientação NNE-SSW, reflete a orientação do Orógeno Araçuaí (NE-SW) - (MACHADO FILHO et al. 1983; PEDROSA SOARES; WIEDEMANN-LEONARDOS, 2000).

Figura 9 – Mapa de superfície de base



Fonte: Os autores (2022).

Também reflete a orientação da falha dextral NNE-SSW do ponto SGP-12 (BRICALLI, 2011). A orientação NNW-SSE reflete a orientação da Faixa Colatina e também reflete a orientação da falha dextral NNW-SSE do ponto SGP-12.

A Região I apresenta linhas de isobases concentradas, especialmente na porção sudoeste da área, evidenciando a existência de áreas escarpadas, coincidindo com as altitudes mais elevadas da área (Figura 8), com morfologias do Domínio Maciços Plutônicos, com relevo montanhoso e em forma de pães-de-açúcar, destacando-se na paisagem em relação à Região II. Os desvios acentuados nas direções das linhas de isobases, presentes nessa região, podem revelar deslocamentos tectônicos ou mudanças litológicas abruptas (Figuras 8 e 9). A compressão das linhas de isobases indica a presença de falhas, como pode ser observado no mapa geológico (CPRM, 2018) e no mapa de lineamentos (Figura 4).

A Região II apresenta linhas de isobases mais espaçadas com relação à Região I, coincidindo com as altitudes mais baixas da área, com predomínio de morfologias do Domínio Faixa de Dobramentos Remobilizados, denotando uma forte dissecação do relevo, com

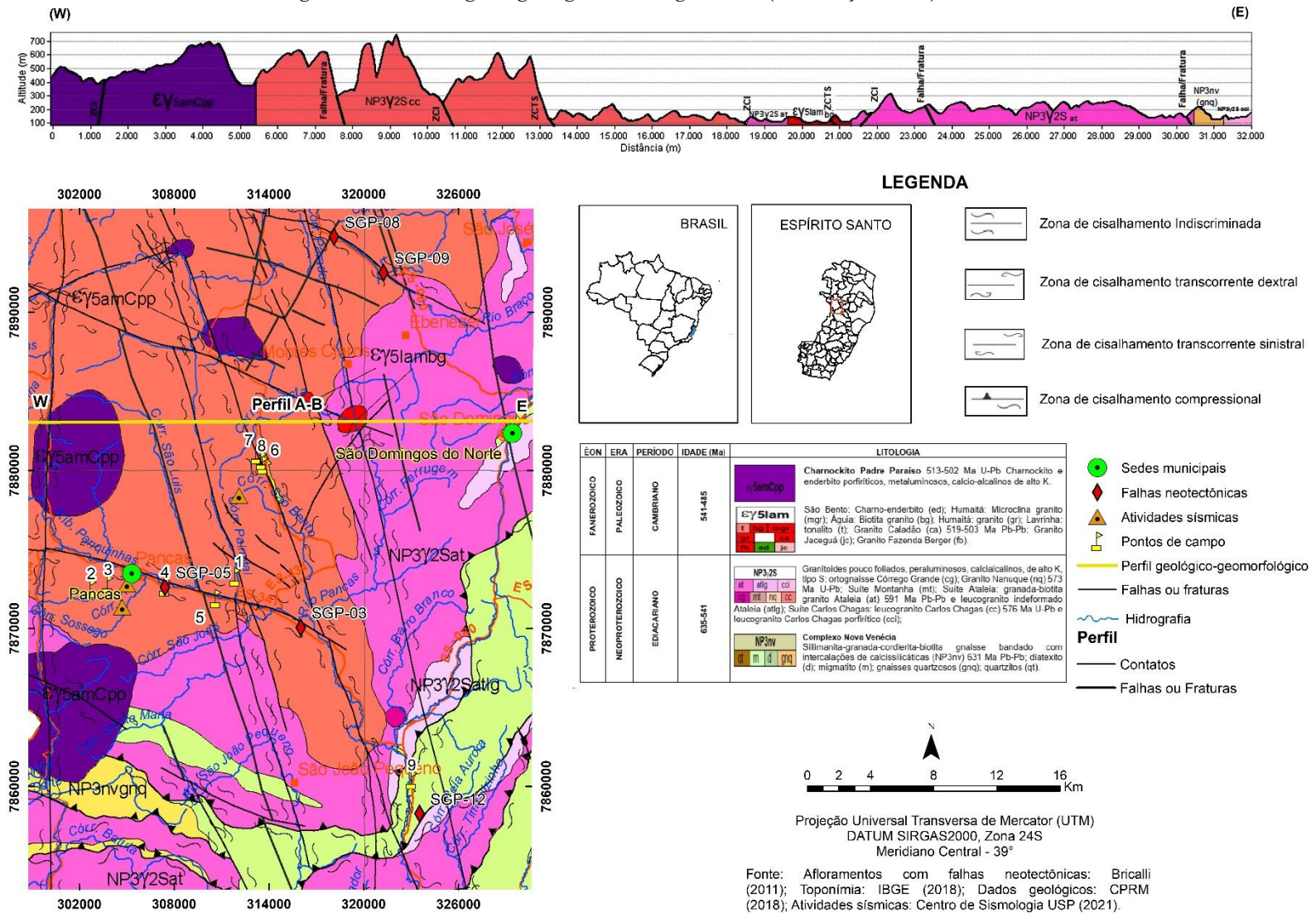
morros isolados e nucleados, com dominância para os morros em morfologia de pães-de-açúcar.

O perfil geológico-geomorfológico AB, de orientação E-W (Figura 10), apresenta uma diversidade topográfica e altimétrica considerável. As maiores altitudes estão presentes na porção oeste do perfil (500m a 700m), notadamente nas Unidades geológicas Charnockito Padre Paraíso e Suíte Carlos Chagas (CPRM, 2018).

Na Unidade geológica Suíte Carlos Chagas, em sua parte mais elevada, observa-se o relevo em forma de pontões, delimitados pelas estruturas geológicas Zona de cisalhamento indiscriminada, Zona de cisalhamento transcorrente sinistral, falhas/fraturas (CPRM, 2018) e pela Faixa Colatina (Figuras 2, 3 e 10), assim como observado em campo (Figura 11). Essa área do perfil pode ser interpretada como um horst.

Na área central do perfil, observa-se um relevo com altitudes bem mais baixas com relação à porção oeste, além de um relevo muito dissecado, abrangendo as Unidades Suíte Carlos Chagas, Suíte Ataleia e Granito Águia (CPRM, 2018).

Figura 10 – Perfil geológico-geomorfológico A-B (orientação E-W)



Fonte: Os autores (2022).

Figura 11 – Pancas-ES



Fonte: Fotografia de Lincoln Duques de Barros (2022).

O relevo dissecado, inicia-se abruptamente a oeste ainda na Unidade Suíte Carlos Chagas (CPRM, 2018), sendo o início dessa área dissecada coincidente também com a estrutura geológica Zona de cisalhamento transcorrente sinistral (CPRM, 2018). Essa área se encontra finalizada a leste do perfil, onde inicia-se a Unidade geológica Suíte Ataleia (CPRM, 2018). Além disso, essa área mais baixa e mais dissecada também é coincidente com outra estrutura geológica, a Zona de cisalhamento indiscriminada.

Dessa forma, considerando que nessa porção central se observam altitudes mais baixas do que as altitudes da porção oeste e, sendo essa área delimitada por falhas geológicas, caracteriza-se um graben. Essa mudança altimétrica coincide com o limite litológico entre as Unidades Suíte Carlos Chagas e Suíte Ataleia (CPRM, 2018).

Onde se inicia a Unidade geológica Suíte Ataleia há aumento na altitude, coincidindo também com a presença de falha geológica. Essa porção é considerada um horst. Na porção extremo leste do perfil as altitudes voltam a diminuir – ainda na Unidade geológica Suíte Ataleia – seguido pelas unidades Complexo Nova Venécia e Suíte Carlos Chagas (CPRM, 2018), podendo caracterizar um graben com relação às altitudes da Unidade Suíte Ataleia (CPRM, 2018).

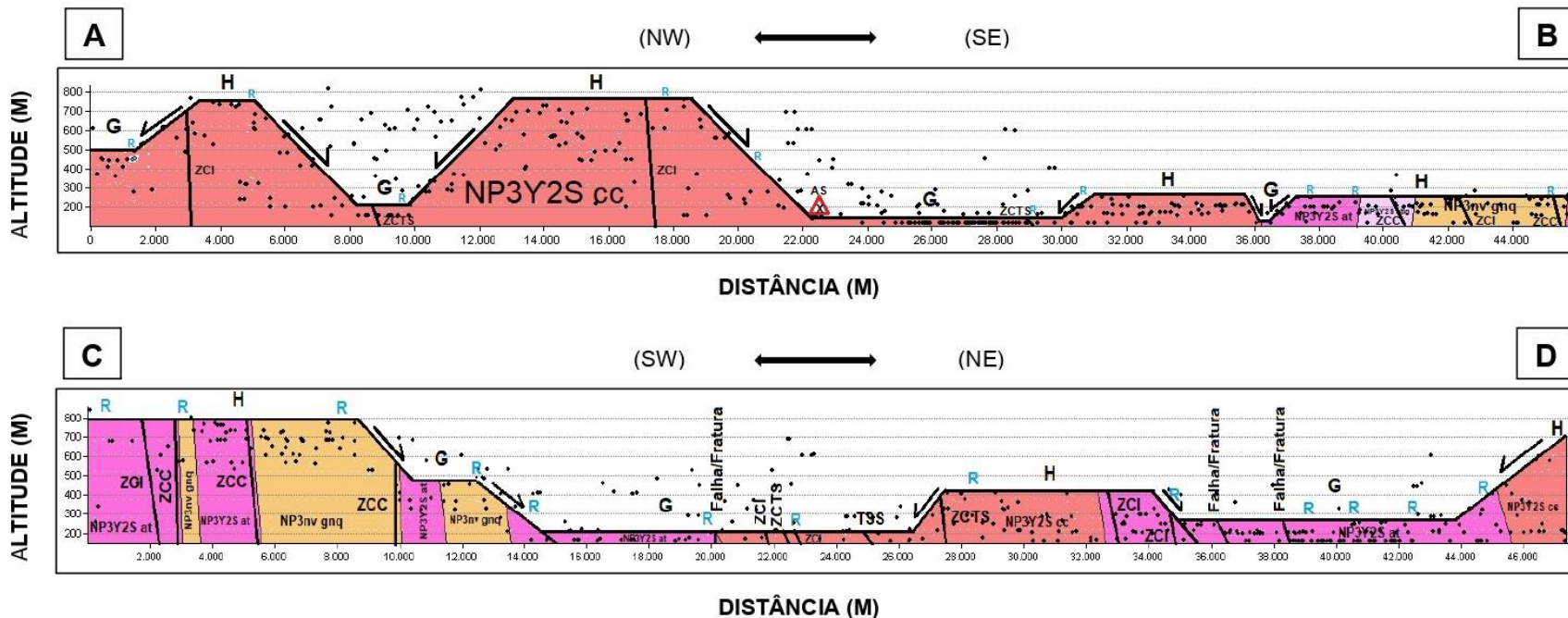
Na área estudada foram elaborados dois perfis em varredura: i) A-B na orientação NW-SE e; ii) C-D na orientação NE-SW, abrangendo

as Unidades geológicas Suíte Carlos Chagas, Suíte Ataleia e Complexo Nova Venécia (CPRM, 2018) e as Unidades geomorfológicas Bloco Montanhoso Central e Patamares Escalonados do Sul Capixaba (MENDES et al., 1987) – figura 12.

O perfil em varredura A-B, permitiu delimitar oito blocos tectônicos, sendo seis localizados na Unidade geológica Suíte Carlos Chagas (CPRM, 2018) e Unidades geomorfológicas Bloco Montanhoso Central e Patamares Escalonados do Sul Capixaba (MENDES et al., 1987). Dois desses blocos se localizam nas unidades geológicas Suíte Ataleia e Complexo Nova Venécia (CPRM, 2018) e Unidade Geomorfológica Patamares Escalonados do Sul Capixaba (MENDES et al., 1987).

O perfil em varredura CD, permitiu delimitar seis blocos tectônicos, sendo três localizados nas Unidades geológicas Suíte Ataleia e Complexo Suíte Carlos Chagas (CPRM, 2018) e Unidades geomorfológicas Bloco Montanhoso Central e Patamares Escalonados do Sul Capixaba (MENDES et al., 1987) e três nas Unidades geológicas Suíte Carlos Chagas, Suíte Ataleia e Complexo Nova Venécia (CPRM, 2018) e Unidade geomorfológica Patamares Escalonados do Sul Capixaba (MENDES et al., 1987).

Figura 12 – Perfis em varredura AB (NW-SE) e CD (NE-SW)



| EÓN          | ERA             | PERÍODO     | IDADE (Ma) | LITOLOGIA  |
|--------------|-----------------|-------------|------------|--|
| FANEROZOICO  | PALEOZOICO      | CAMBRIANO   | 541-485    | <p><b>SanCyp</b><br/>Charnockito Padre Paraiso 513-502 Ma U-Pb Charnockito e enderbita porfiríticos, metaaluminosos, cálcio-alcalinos de alto K.</p> <p><b>Siam</b><br/>São Bento: Chamo-enderbita (ed); Humaitá: Microclina granito (mgr); Água: Biotita granito (bg); Humaitá: granito (gr); Lavrinhe: tonalito (t); Granito Caladão (ca) 519-503 Ma Pb-Pb; Granito Jaceguá (jc); Granito Fazenda Berger (fb).</p>   |
| PROTEROZOICO | NEOPROTEROZOICO | EDIACARIANO | 635-541    | <p><b>NP3,2S</b><br/>Granitoides pouco foliados, peraluminosos, calcálcicos, de alto K, tipo S: ortogneisse Córrego Granda (cg); Granito Nanaque (nq) 573 Ma U-Pb; Suite Mortanha (mt); Suite Ataleia: granada-biotita granito Ataleia (at) 591 Ma Pb-Pb e leucogranito indeformado Ataleia (atlg); Suite Carlos Chagas: leucogranito Carlos Chagas (cc) 576 Ma U-Pb e leucogranito Carlos Chagas porfirítico (ccf);</p> <p><b>NP3nv</b><br/>Complexo Nova Venécia<br/>Silimanita-granada-cordierita-biotita gnaiss bandedo com intercalações de calcissilicáticas (NP3nv) 631 Ma Pb-Pb; diatexito (d); migmatito (m); gnaiss quartzosos (gnq); quartzitos (qt).</p> |

LEGENDA

- AS – Atividade Sísmica
- G – Graben
- H – Horst
- R – Rio
- Falha normal
- TSS – Traços de superfície S
- ZCI – Zona de cisalhamento indiscriminada
- ZCC – Zona de cisalhamento compressional
- ZCTS – Zona de cisalhamento transcorrente sinistral

Fonte: Os autores (2022).



Observa-se nos perfis em varredura a presença de morfologias de *hemi-grabens*, *horst* e *grabens* que correspondem a feições morfotectônicas, formadas por falhas normais (SUMMERFIELD, 1987). Além disso, as falhas demarcadas nos perfis em varredura coincidem com as falhas mapeadas pela CPRM (2018).

Ao longo dos perfis em varredura, a Unidade geomorfológica Patamares Escalonados do Sul Capixaba (MENDES et al., 1987) corresponde, em grande parte, a um *graben*, o que era esperado, devido a sua altitude ser mais baixa do que as altitudes do relevo da Unidade geomorfológica Bloco Montanhoso Central, apresentando ainda estruturas geológicas, demonstrando que as rochas dessa Unidade apresentam falhas neotectônicas (BRICALLI,

2011), podendo assim o *graben* ter sido originado por falhas neotectônicas (Figura 12).

### Análises de campo

Nas análises de campo buscou-se identificar, especialmente, as estruturas geológicas, feições morfotectônicas, afloramentos com falhas neotectônicas estudados por Bricalli (2011) e feições geomorfológicas presentes. As áreas com registros de atividades sísmicas recentes, em que houve danos materiais (Figura 13), também foram analisadas e estão relacionadas com a densidade alta de fraturamentos/falhamentos que é a Faixa Colatina e que atravessa a região, bem como com o movimento das falhas locais que precisa ser melhor estudado.

Figura 13 – Danos em residência

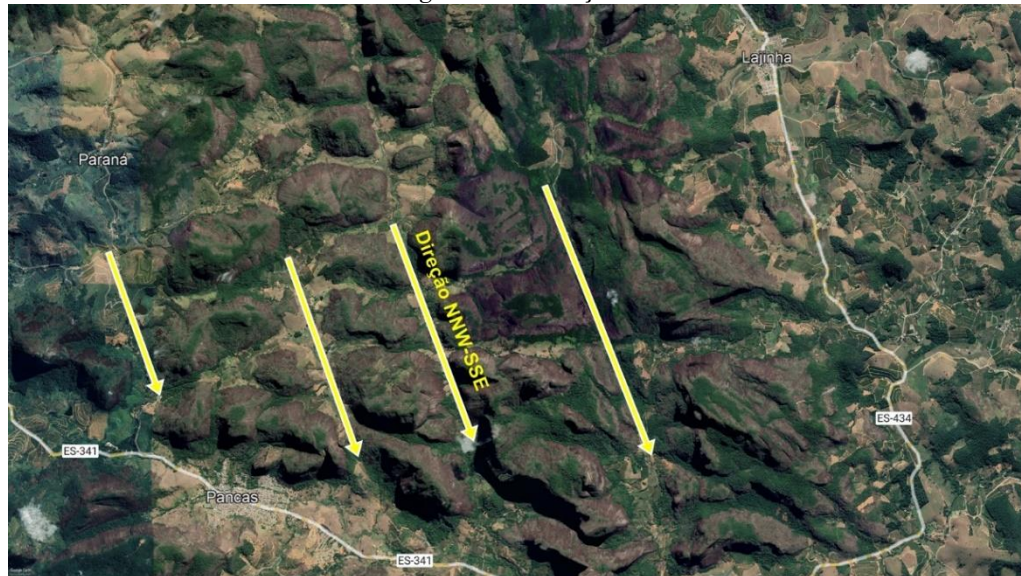


Fonte: Fotografia de Thayana Wanderley Caus (2022).

As feições lineares, vales e reentrâncias são bem destacadas, ocupando grandes áreas. Essas feições, zonas de fraquezas e áreas fraturadas

que se localizam entre os morros são paralelas entre si e também são observadas nas rochas intrusivas magmáticas. (Figuras 14).

Figura 14 – Feições lineares



Fonte: Imagem Google Earth adaptada (2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização das principais orientações dos lineamentos e dos *trends* estruturais demonstrou que as orientações predominantes são NW-SE/NNW-SSE e, secundariamente, NE-SW/NNE-SSW.

As orientações predominantes NNW-SSSE e NW-SE são semelhantes ao predomínio dessas mesmas orientações nas falhas geológicas presentes na área e mapeadas pela CPRM (2018), bem como nas falhas neotectônicas presentes no regime Neotectônico de Transcorrência Dextral E-W, identificadas por Bricalli (2011).

Além disso, essas orientações também refletem a estruturação regional da área, apresentando as mesmas orientações da Faixa Colatina (importante feição estrutural do estado do Espírito Santo), NNW-SSE.

As orientações secundariamente predominantes NE-SW, presentes na análise dos lineamentos e dos *trends* estruturais, refletem regionalmente a orientação do Orógeno Araçuai (TUPINAMBÁ et al., 2013) e das falhas neotectônicas presentes no regime Neotectônico de Distensão NW-SE ou à Transcorrência sinistral E-W, identificadas por Bricalli (2011).

A presença de diferenças topográficas abruptas (perfis topográficos), a identificação de regiões tectônicas (mapa de superfície de bases) e de blocos tectônicos (perfis em varredura) demonstram o controle tectônico no relevo da região de Pancas (Espírito Santo, sudeste do Brasil), atingindo o objetivo desta pesquisa.

Analisando as principais orientações dos lineamentos e dos *trends* estruturais na área (NW-SE/NNW-SSE) e, secundariamente, NE-

SW/NNE-SSW, pode-se enquadrar as mesmas, nos regimes neotectônicos reconhecidos para o estado do Espírito Santo: i) transcorrência sinistral E-W, atribuído a uma idade neogênica; ii) transcorrência dextral E-W, considerado de idade pleistocênica a holocênica; e iii) distensão NW-SE, de idade holocênica (BRICALLI, 2011), reconhecidos também em outros estudos no sudeste do Brasil (MELLO et al., 1999; FERRARI, 2001; RICCOMINI et al., 2004; SILVA, 2006).

As orientações NNW-SSE e NW-SE dos lineamentos e das orientações dos *trends* estruturais são predominantes na região. Esse fato pode ser explicado por essas orientações (NNW-SSE e NW-SE) refletirem o controle litoestrutural da Faixa Colatina no estado do Espírito Santo, mas também reflete à predominância das orientações NW-SE e NNW-SSE das falhas neotectônicas, dominantes no estado do Espírito Santo e correspondente ao evento tectônico de Transcorrência Dextral E-W, como atestado por Bricalli (2011).

Somado a isso, a área apresenta também um histórico de ocorrência de terremotos e alguns desses ocorridos recentemente, com abalos sísmicos de baixa magnitude, mas com efeito direto na população local.

Diante disso, observa-se que o relevo da região de Pancas (ES) está condicionado pela tectônica e neotectônica.

Enfatiza-se aqui que, além do claro controle estrutural (mapa geológico, lineamentos etc.) e tectônico que condiciona as altitudes da área e o relevo, especialmente na individualização desse último formando os pães-de-açúcar, deve-se considerar o papel da erosão diferencial nas rochas, fortemente controlado pelas estruturas,

mas também a diferença litológica e, até mesmo, mineralógica (uma vez que observa-se essa diversidade altimétrica no mesmo litotipo).

A realização dos trabalhos de campo mostrou-se etapa importante para a identificação da relação da orientação das principais feições do relevo (pães-de-açúcar) na área com os lineamentos e falhas geológicas identificadas em bases cartográficas e sua relação com as falhas neotectônicas presentes na área e adjacentes à área.

A integração dos dados dos mapeamentos com os dados analisados em campo permitiu o reconhecimento de uma importante correlação entre lineamentos, Orógeno Araçuai, Faixa Colatina, litologias e eventos neotectônicos descritos na literatura para o estado do Espírito Santo (MIRANDA, 2007; 2009; RIBEIRO, 2010; BRICALLI, 2011), mostrando que, além do evidente controle litoestrutural, o relevo está condicionado pelos regimes de tensões neotectônicas.

## REFERÊNCIAS

- ALLMENDINGER, R. W.; CARDOZO, N. C.; FISHER, D. M. **Structural Geology Algorithms: Vectors & Tensors**: Cambridge, England, Cambridge University Press, 2013. 289 p.
- BARROS, L. D. de. **Pancas-ES**. 2022. 1 fotografia.
- BRICALLI, L. L. **Padrões de lineamento e faturamento neotectônico no Estado do Espírito Santo (Sudeste do Brasil)**. 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 faturamento neotectônico (Estado do Espírito Santo, SE do Brasil)**. Revista Brasileira de Geomorfologia. v. 14, n. 3, 2013. <https://doi.org/10.20502/rbg.v14i3.405>
- CAUS, T. W. **Danos em residência**. Pancas-ES. 2022. 1 fotografia.
- Centro de Sismologia USP. Disponível em: <https://www.moho.iag.usp.br/>. Acesso em: 1 mar. 2021.
- CPRM Serviço Geológico do Brasil. **Mapa geológico do Estado do Espírito Santo**. Escala 1:400.000. 2018.
- ESRI Inc. ArcMap (versão 10.3.1). Redlands, Estados Unidos, 2012.
- FERRARI, A. L. **Evolução Tectônica do Graben da Guanabara**. 2001. 412p. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade São Paulo, São Paulo, 2001.
- Folha SE.24, Rio Doce, Escala 1: 1.000.000. **Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. IBGE, 1987.
- GATTO, L. C. S.; RAMOS, V. L. S.; NUNES, B. T. A.; MAMEDE, L.; GÓES, M. H.; MAURO, C. A.; ALVARENGA, S. M.; FRANCO, E. M. S.; QUIRICO, A. F.; NEVES, L. B. **Geomorfologia**. Projeto Radam Brasil. Folhas 23/24 Rio de Janeiro/Vitória. V 32. Rio de Janeiro, 1983.
- GEOBASES – **Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (2021)**. Disponível em: <https://geobases.es.gov.br>. Acesso em: 1 mar. 2021.
- GOOGLE. Google Earth (2022). Disponível em: <https://earth.google.com/web>. Acesso em: 1 dez. 2022.
- HEILBRON et al. **Província Mantiqueira** - In: MANTESSO-NETO et al. Geologia do Continente Sul-Americano. São Paulo: Beca, p. 204-234, 2004.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta São Gabriel da Palha (Folha SE.24-Y-C-III)**. Rio de Janeiro: 1979. Escala 1:100.000.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Portal de downloads**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 1 de mar. 2021.
- LIU, C. C. **Análise Estrutural de lineamentos em imagens de sensoriamento remoto: aplicação ao Estado do Rio de Janeiro**. Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 157p, 1984.
- MACHADO FILHO, L. M.; RIBEIRO, M. W.; GONZALEZ, S. R.; SCHENINI, C. A.; NETO, A. S.; PALMEIRA, R.C.B; PIRES, J.L; TEIXEIRA, W; CASTRO, H. E. F. **Geologia**. Projeto Radam Brasil. Folhas 23/24 Rio de Janeiro/Vitória. v. 32. Rio de Janeiro, 1983.
- MEIS, M. R. M. **Desenvolvimento de altitude como parâmetro para a compartimentação do relevo: bacia do médio-baixo Paraíba do Sul**. IN: Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Geologia. Salvador, 1982.
- MELLO, C. L.; METELO, C. M. S.; SUGUIO, K.; KOHLER, H. C. **Quaternary sedimentation, neotectonics and the evolution of the doce river middle valley lake system (Southern Brazil)**. Revista do Instituto Geológico, v. 20, n.1/2, p. 29-36, 1999. <https://doi.org/10.5935/0100-929X.19990003>
- MENDES, I. A.; DANTAS, M.; BEZERRA, L. M. M. **Folha SE.24, Rio Doce, Escala 1: 1.000.000. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. IBGE, 1987.
- MIRANDA, D. J. **Análise de estruturas rúpteis associadas a deformações neotectônicas na região centro-norte do estado do Espírito Santo**. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- MIRANDA, D. J. **Tensões e fraturamento neotectônico na área emersa da bacia do Espírito Santo**. 2009. 125p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- NOVAIS, L. C. C. et al. **Novas ocorrências de diques de diabásio na faixa Colatina - ES: estruturas rúpteis associadas e implicações tectônicas para as bacias de Campos e do Espírito Santo**. - In: B. GEOCI. PETROBRÁS, 12, 2004, Rio de Janeiro.
- NOVAIS, L.C.C. **Lineamentos transversais nas porções centro e norte da bacia do Espírito Santo e na faixa Proterozoica adjacente: influência na sedimentação e na compartimentação estrutural**. Dissertação (Mestrado em análise de bacias e faixas móveis) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

- OLIVEIRA, L. C.; GAMA DE OLIVEIRA, R. M. A.; PEREIRA, E. **Possível Controle Neotectônico sobre as Falésias do Litoral Sul da Bahia**. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. ISSN 0101-9759 e- ISSN 1982-3908 - v. 41, n. 3, p. 702-716, 2018. [https://doi.org/10.11137/2018\\_3\\_702\\_716](https://doi.org/10.11137/2018_3_702_716)
- ORIANA (version 3.2.1). 2022. Disponível em: <<http://www.kovcomp.co.uk/oriana/index.html>>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- PEDROSA-SOARES, A.C. & WIEDEMANN-LEONARDOS, C. M. **Evolution of the Araçuaí Belt and its connection to the Ribeira Belt, Eastern Brazil**. IN: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (ed.) *Tectonic Evolution of South America*. 2000. p. 265-285.
- QUEIROZ, G. L.; SALAMUNI, E.; NASCIMENTO, E. R. **AzimuthFinder: ferramenta para a extração de dados e apoio na análise estrutural**. Revista do Instituto de Geociências – USP. Série científica. São Paulo, v. 14, n. 1, p. 6-80, 2014. <https://doi.org/10.5327/Z1519-874X201400010005>
- RIBEIRO, C. S. **Influência da tectônica pós-deposicional na distribuição da Formação Barreiras entre o rio Paraíba do Sul (RJ) e o rio Doce (ES)**. 2010. 164 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L. G.; FERRARI, A. L. **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.
- SALVADOR, E. D.; PIMENTEL, J. **Avaliação da neotectônica no município de Angra dos Reis, setor sul-fluminense da Serra do Mar, com base em mapas morfométricos gerados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Natal, 2009. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.14.09.37/doc/3347-3354.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2021.
- SILVA, J. M. R.; LIMA, M. I. C.; VERONESE, V. F.; JUNIOR, R. N. R.; ROCHA, R. M.; JUNIOR, O. S. Folha SE.24, Rio Doce, Escala 1: 1.000.000. **Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. IBGE, 1987.
- SILVA, T. P. **Neotectônica na região da Zona de Cisalhamento do rio Paraíba do Sul e áreas adjacentes**. 125p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. [https://doi.org/10.11137/2006\\_2\\_287-288](https://doi.org/10.11137/2006_2_287-288)
- STRAHLER, A. N. **Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography**. Geological Society of America Bulletin, v.63, n.10, p.1117-1142, 1952. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAAOET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2)
- SUMMERFIELD, M.A. Neotectonics and landform genesis. **Prog. in Phys. Geog.**, v. 11, n. 3, p. 385-397, 1987. <https://doi.org/10.1177/030913338701100305>
- TOPODATA – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 10 set. 2020.
- TUPINAMBÁ, M.; HEILBRON, M.; DUARTE, B. P.; NOGUEIRA, J. R.; VALLADARES, C.; ALMEIDA, J. C. H.; SILVA, L. G. E.; MEDEIROS, S. R.; GUIA, C.; MIRANDA, A. W. A.; RAGATKI, C. D.; MENDES, J.; LUDKA, I. **Geologia da faixa ribeira setentrional: estado da arte e conexões com a Faixa Araçuaí**. *GEONOMOS*, v. 15, p. 67-79, 2013. <https://doi.org/10.18285/geonomos.v15i1.108>
- VALERIANO, M. M. **Mapeamento do comprimento de rampa em microbacias com sistemas de informação geográfica**. *Acta Scientiarum (UEM)*, Maringá, PR, v. 24, n. 5, p. 1541-1551, 2002. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v24i0.2423>
- WIEDEMANN-LEONARDOS C. M.; LUDKA I. P.; MEDEIROS S.R.; MENDES J.C.; COSTA-DE-MOURA J. **Arquitetura de plutons zonados da Faixa Araçuaí-Ribeira**. *Geonomos*, v. 15, n. 1, p. 25-28, 2000. <https://doi.org/10.18285/geonomos.v8i1.145>

## CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Os autores participaram juntos de todas as etapas de produção da pesquisa e do artigo.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.