



ANÁLISE ESTRUTURAL DO RELEVO DO SUDOESTE DO PARANÁ E OESTE DE SANTA CATARINA – PLANALTO DAS ARAUCÁRIAS

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE RELIEF OF SOUTHWEST PARANÁ AND WEST OF SANTA CATARINA – ARAUCÁRIAS PLATEAU

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL RELIEVE DE LA REGIÓN SUDOESTE DEL PARANÁ Y OESTE DE SANTA CATARINA – MESETA DE LAS ARAUCARIAS

Jacson Gosman Gomes de Lima – Instituto Federal de Santa Catarina
– São Miguel do Oeste – Santa Catarina – Brasil
jacson.gosman@ifsc.edu.br

Vitor Hugo Rosa Biffi – Universidade Estadual de Maringá – Maringá – Paraná – Brasil
vhugorosabiffi@gmail.com

Marga Eliz Pontelli – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Francisco Beltrão – Paraná – Brasil
mepontelli@hotmail.com

Resumo

Realizou-se análise visual de imagens sombreadas do relevo entre o sudoeste do Paraná e o oeste de Santa Catarina, de modo a identificar a influência da estrutura na distribuição do relevo regional. Tal análise partiu do reconhecimento de lineamentos positivos e negativos, indicando dois compartimentos morfoestruturais. Esses apresentam relação com a distribuição de rochas efusivas ácidas e básicas no setor. Possivelmente, a existência desses compartimentos está associada às diferenças litoestruturais entre derrames ácidos e básicos, assim como à influência tectônica, pois os lineamentos negativos e positivos mapeados apresentam correlação com as zonas de falha da Bacia Sedimentar do Paraná, bem como as áreas mais dissecadas do relevo.

Palavras-chave: Análise estrutural. Imagens sombreadas. Lineamentos positivos e negativos. Planalto das Araucárias.

Abstract

A visual analysis of hillshaded images (MDT) of the relief between southwestern Paraná and western Santa Catarina was realized, in order to identify the influence of the structure on the regional relief distribution. This analysis started with the recognition of positive and negative lineaments, indicating two morfostructural compartments. These are related to the distribution of acidic and basic effusive rocks in the sector. Possibly, the existence of these compartments are associate to the lithostructural differences between acid and basic lava flows, as well as the tectonic influence, because the negative and positive mapped lineaments present a correlation with the fault zones of the Paraná Sedimentary Basin, as well as the more dissected areas of the relief.

Keywords: Structural analysis. Hillshaded images. Positive and negative lineaments. Araucarias Plateau.

Resumen

Se ha realizado análisis visual de las imágenes sombreadas (MDT) del relieve entre el suroeste de Paraná y el oeste de Santa Catarina, con el objetivo de identificar la influencia de la estructura en la distribución del relieve

regional. Tal análisis, empezó con el reconocimiento de lineamientos positivos y negativos, indicando dos compartimientos morfoestructurales. Esos lineamientos presentan relación con la distribución de las rocas efusiva ácidas y básicas en el sector. Posiblemente, la existencia de esos compartimientos esta enganchada a las diferencias litoestructurales entre derrames ácidos y básicos, así como a la influencia tectónica, pues los lineamientos negativos y positivos mapeados presentan correlación con las zonas de falla de la Cuenca Sedimentaria del Paraná, así como las áreas más disecadas del relieve.

Palabras claves: Análisis estructural. Imágenes sombreadas. Lineamientos positivos y negativos. Meseta de las Araucarias.

Introdução

A paisagem geomorfológica da região Sudoeste do Paraná e Noroeste de Santa Catarina apresenta características peculiares em relação aos demais setores do Planalto das Araucárias. Nessa região são encontrados diferentes patamares no relevo, que ocorrem de maneira escalonada em direção aos vales dos rios Iguaçu e Uruguai (Paisani; Pontelli; Andrés, 2008; Paisani et al., 2014). Esses patamares foram caracterizados como remanescentes de superfícies incompletamente aplainadas, resultantes da interação entre processos de etchplanação dinâmica e neotectônica (Paisani *et al.*, 2013).

Nos últimos dez anos, a região que engloba a referida área passou a ser alvo de pesquisas com foco no registro das formações superficiais, visando compreender a partir do registro pedoestratigráfico, o papel das mudanças climáticas do Quaternário nos processos de evolução do relevo. Os estudos revelaram que durante o Quaternário tardio, a paisagem foi submetida a processos de intemperismo químico, resultando em cobertura superficial latossólica, possivelmente pleistocênica (Paisani; Pontelli; Andres, 2008), bem como a processos de morfogênese mecânica, causando remoção dos perfis de alteração e colmatagem de cabeceiras de drenagem e fundos de vale de baixa ordem, provocando inversão de relevo (Paisani et al., 2012; Paisani et al., 2013; Paisani et al., 2014; Paisani *et al.*, 2017a; Paisani *et al.*, 2017b).

Estudos prévios associados a influência litológica e morfoestructural na área reconheceram estruturas rúpteis e zonas de cisalhamento relacionadas aos processos de alteração deutérica (Chmyz, 2013). Especificamente no Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC), trabalhos com foco na análise da rede de drenagem revelaram predominância de orientação NW para lineamentos negativos e canais de baixa ordem. A correlação entre orientação da rede de drenagem e lineamentos, associado

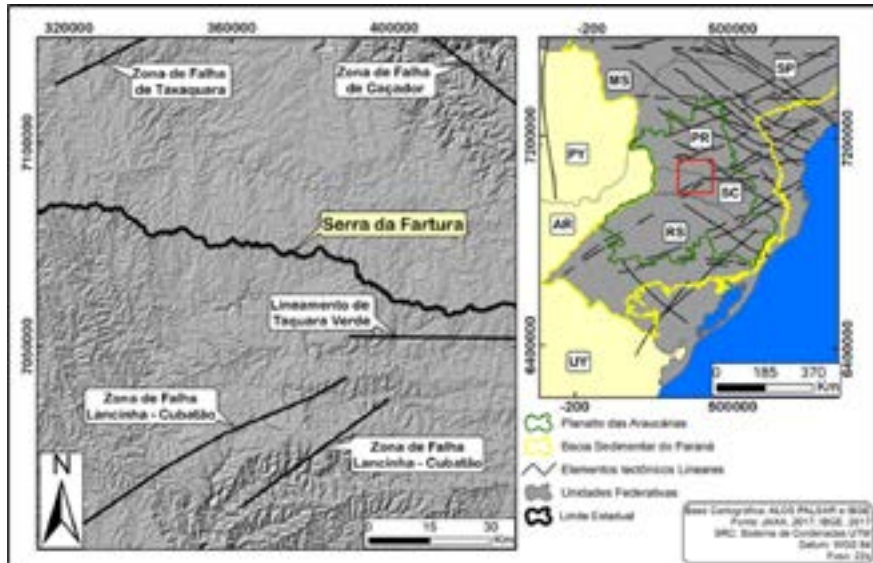
a identificação de anomalias de drenagem, permitiu reconhecer presença de controle morfoestrutural na superfície do Planalto de Palmas/Água Doce, associado a zona de falha do Rio Iguaçu (Lima; Pontelli, 2013).

Apesar das informações já levantadas até o momento, ainda persistem limitações na compreensão dos patamares escalonados que ocorrem na área, visto que se tratam de trabalhos pontuais. Logo, é necessário aprofundar os conhecimentos sobre a influência morfoestrutural e morfotectônica na gênese e evolução do relevo regional. Sendo assim, este artigo apresenta resultados de análise estrutural do relevo do sudoeste do Paraná e oeste de Santa Catarina, recorte espacial que se insere no Planalto das Araucárias, com o objetivo de ampliar os conhecimentos sobre influência morfoestrutural e morfotectônica na gênese e evolução do relevo.

Área de estudo

Á área de estudo localiza-se no SW do Paraná/NW de Santa Catarina, tendo como principal característica geomorfológica a individualização da Serra da Fartura. Topograficamente apresenta altitudes que variam de 254 no quadrante sudoeste a 1315m no leste do divisor de águas (Serra da Fartura) (Figura 1).

O substrato geológico da área é mantido por rochas vulcânicas do Grupo Serra Geral. Ao norte da Serra da Fartura, estado do Paraná, a Formação Serra Geral é constituída por rochas da Formação Barracão, Candói e Covó. As duas primeiras são formadas por rochas básicas e a última formada por rochas intermediárias a ácidas do Membro Palmas (Ariolli; Licht, 2013,). Ao sul da Serra da Fartura, território catarinense, ocorrem as rochas das Formações Campo Êre, Cordilheira Alta, Campos Novos e Palmas. As três primeiras constituídas por rochas de natureza básica a intermediária, enquanto a Formação Palmas de natureza ácida (Wildner *et al.*, 2014).

Figura 1 - Localização da área de estudo.

Fonte: Elaborada pelos autores (2017).

Apesar da divergência entre escalas dos mapeamentos, em ambos os casos podem ser encontrados derrames lobados intercalados com brechas hidrovulcanoclásticas, brechas de fluxo e hidrotufos, com fraturamento horizontal e vertical (Ariolli; Licht, 2013; Wildner *et al.*, 2014). Os derrames de rocha ácida, por sua vez, podem apresentar quatro variedades estruturais, podendo ser maciço, bandado, laminado e vesicular (Ariolli; Licht, 2013). Em escala de afloramento, se destaca o riolito laminado dividido em prismas horizontais, geralmente ondulados e truncados por superfícies discretas que podem ser classificadas como disjunção tabular (Ariolli; Licht, 2013; Nardy *et al.*, 2002).

O arcabouço estrutural da Bacia do Paraná mostra que sua história deformacional é bastante complexa por ser policíclica, cujos elementos estruturais são amplos e de pequena amplitude (Soares, 1991). Destacam-se três grandes grupos de lineamentos tectônicos, orientados para NW-SE, NE-SW e E-W (Zalán *et al.*, 1987). A área de estudo estruturalmente é influenciada pelas zonas de Falha de Taxaquara e Lancinha-Cubatão com orientação NE-SW, a Zona de Falha de Caçador com orientação NW-SE,

o Lineamento de Taquara Verde com orientação E-W (Figura 1) (Zalán et al., 1987, p. 448).

Quanto à geomorfologia, área de estudo está inserida no Planalto das Araucárias (Almeida, 1956, p. 24). A porção paranaense engloba parte dos Planaltos de Francisco Beltrão e de Palmas/Guarapuava (Santos et al., 2006), enquanto no oeste catarinense enquadra-se no Planalto do Oeste (Peluso Junior, 1986). De modo geral, o relevo se apresenta como remanescentes de superfícies incompletamente aplainadas (Paisani et al., 2008; 2014), cujas formas variam de topos tabulares suavemente ondulados a patamares extensos e curtos (degraus estruturais), bem como relevos residuais (mesetas). Os vales ora são fechados ora abertos, com encostas na maioria convexas. Ocorrem rios com meandros estruturais, bem como canais conectados e desconectados da rede hidrográfica (Paisani *et al.*, 2008).

Os rios drenam a partir da Serra da Fartura, divisor local dos canais que compõem a Bacia do Rio Uruguai ao sul e Iguaçu ao norte. No Paraná, o principal rio que drena a área é o Chopin, afluente da margem esquerda do Rio Iguaçu, nasce no município de Palmas e corre no sentido SE > NO. Em Santa Catarina, o principal rio que drena a área é o Chapecó, maior tributário do Rio Uruguai em terras totalmente catarinenses, nasce no município de Macieira e corre no sentido NE > SW.

Abordagem metodológica

Os estudos relacionados a influência da neotectônica no Brasil iniciaram a partir da década de 1950, e desde então houve aumento gradativo do número de trabalhos geomorfológicos que buscam entender a influência tectônica na gênese e evolução do relevo (Saadi, 1993). Nessa abordagem, os aspectos estruturais possuem grande influência na dinâmica e evolução do relevo. Na atualidade, é grande o número de trabalhos voltados ao entendimento do papel do tectonismo, tanto em escala nacional quanto regional.

Uma das metodologias mais utilizadas para estudos relacionados a influência estrutural é a análise de feições lineares (positivas e negativas). Os lineamentos positivos constituem feições bastante salientes no relevo, dispostos de forma retilínea ou levemente curva, apresentando-se de forma paralela constituindo cristas simétricas ou levemente assimétricas (Soares;

Fiori, 1976). Os lineamentos negativos constituem trechos retilíneos de canais de drenagem (O'Leary; Friedman; Pohn, 1976). A análise sistemática da rede de drenagem fornece informações importantes sobre a estrutura geológica e as variações no estilo estrutural. Isso porque os padrões de drenagem são particularmente sensíveis às estruturas, quando as rochas apresentam linhas de fraqueza, os cursos de água buscam essas linhas (Soares; Fiori, 1976).

Essa abordagem é amplamente utilizada, uma vez que os lineamentos podem ser reflexos de fenômenos de subsuperfície associados com o movimento diferencial de blocos falhados, que podem atingir dimensões diversas, da ordem de milímetros a quilômetros (Andrade Filho; Fonseca, 2009). O movimento dos blocos pode ser observado através do deslocamento lateral de zonas homólogas, rupturas e arrastos das feições lineares ao longo destes alinhamentos (Sant'Anna; Santos, 1996). O azimute dos lineamentos positivos e negativos pode, ainda, ser correlacionado com a orientação de estruturas tectônicas regionais previamente reconhecidas (Lima; Pontelli, 2013). Nesse contexto, destacam-se as imagens de radar, amplamente utilizadas em estudos que envolvem a identificação de lineamentos estruturais. A partir da análise dessas imagens é possível associar feições do relevo e áreas de sombra, devido ao azimute de iluminação solar e os demais elementos indicativos de lineamentos estruturais, como o padrão de drenagem (Andrade Filho; Fonseca, 2009). Em suma, a análise dessas feições pode ajudar no entendimento do quadro morfotectônico e morfoestrutural de uma área a ser estudada.

Nesse trabalho, a identificação dos lineamentos positivos e negativos foi realizada pela análise visual de imagens sombreadas, adquiridas a partir do modelo digital de elevação (MDE) do satélite Alos/Palsar, resolução espacial de 12,5 metros, previamente tratadas para correção do efeito *down sampling*. Tais imagens foram obtidas gratuitamente no portal da Alaska Satellite Facility (UAF/NASA).

Após o *download* das imagens, as cenas foram importadas para *software* Quantum Gis®, versão 2.18.4. Posteriormente, foi criado mosaico com as cenas da região da área de estudo. Para a análise dos lineamentos, gerou-se imagem de relevo sombreado, com azimute de 45° e altitude em 315°, como recomenda Santos *et al.* (2006). Os lineamentos foram extraídos a partir da interpretação visual. Posteriormente, gerou-se o mapa

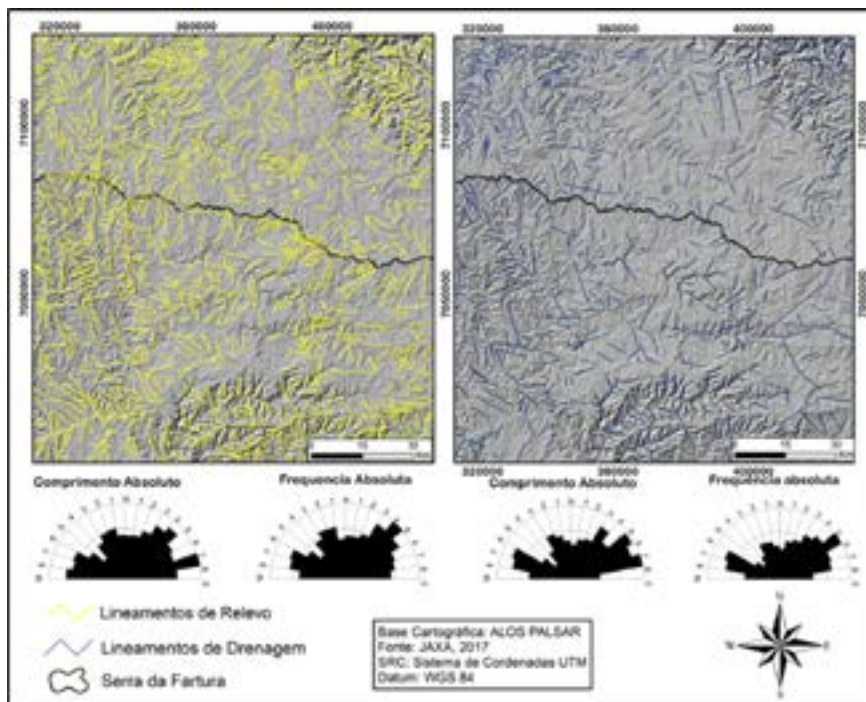
de densidade de lineamentos, com auxílio do algoritmo Kernel Density no *software* Quantum Gis®. Os diagramas de rosetas dos lineamentos positivos e negativos foram gerados no *software* Spring 5. 5. 1®.

Distribuição geral e orientação de lineamentos

A partir da análise das imagens de radar identificou-se 2.032 lineamentos, dos quais 1.168 são positivos e 864 são negativos. Desses, 555 lineamentos positivos e 445 negativos no setor ao norte da Serra da Fartura, e 613 lineamentos positivos e 419 negativos ao sul (Figura 2). O comprimento médio dos lineamentos varia entre 3 e 4 km. Os lineamentos de feições positivas correspondem a cristas alinhadas dos divisores de água, enquanto as feições negativas ocorrem principalmente quando os rios encaixam seus leitos e os escavam, formando vales bem encaixados.

A partir da análise geral da distribuição dos lineamentos, tanto positivos como negativos, percebe-se que eles estão distribuídos de maneira aleatória ao longo da área de estudo (Figura 2). Observa-se orientações diversas dos lineamentos, sendo predominante as direções NW-SE e NE-SW, subordinadamente E-W. Estas orientações coincidem com a dos três grandes grupos de lineamentos tectônicos reconhecidos na Bacia do Paraná (Zalán *et al.*, 1987).

Analisando os diagramas de rosetas da frequência absoluta, percebe-se que os lineamentos estão orientados para todas as direções, mas os trends de maior destaque são os de direção NE (Figura 2). Ao se analisar as rosetas do comprimento absoluto dos lineamentos, verifica-se também o destaque do quadrante NE (Figura 2). Isso demonstra que os lineamentos orientados para NE são mais consistentes, o que implica também na baixa densidade de drenagem, uma vez que a rede de drenagem, principalmente os canais de menor ordem hierárquica, apresentam estreita relação com os lineamentos NW (Lima; Pontelli, 2013; Sordi; Salgado; Paisani, 2015). Os lineamentos de pequenas expressões podem ser responsáveis pelo desvio e capturas de canais fluviais, e, portanto, maior densidade de drenagem (Camolezi, 2013), enquanto os maiores representam menor fraturamento das rochas (Vargas, 2012). Dessa forma, a consistência dos lineamentos é dada pelo comprimento e podem estar associados principalmente as zonas de falha (Couto, 2011).

Figura 2 - Lineamentos positivos e negativos identificados na área de estudo

Fonte: Elaborada pelos autores (2017).

A análise mais detalhada da frequência absoluta dos lineamentos positivos demonstra que, 53,09% estão orientados para o quadrante NE e, 46,91%, para o NW. Como mencionado acima, os trends que mais se destacam são os orientados para o NE, principalmente nas direções N 40-50 E (8,22%), N 50-60 E (6,93%) e N 30-40 E (6,85%) (Figura 2). No quadrante NW, destacam-se os trends N 60-70 W (6,42%), W 70-80 W (6,16%), N 20-30 W (5,82%) e N 10-20 W (5,74%). Os lineamentos negativos, assim como os positivos, concentram-se mais no quadrante NE (56,6%) e menos no NW (43,4%). Os trends de maior destaque são os NE, principalmente o com orientação N 50-60 E (9,38%). No quadrante NW, destacam-se os trends N 60-70 W (7,52%) e N 70-80 W (7,06%).

O maior número de lineamentos orientados para o quadrante NE é uma tendência já registrada em trabalhos anteriores (Freitas; Caye;

Machado, 2002; Ariolli; Licht, 2013). Ariolli e Licht (2013) demonstram que no território paranaense existe homogeneidade estrutural, com predomínio do sistema antigo NE-SW (40-60) apontado por Zalán et al. (1987) como principal responsável pela estruturação do embasamento e pela formação dos rifts da Bacia do Paraná. De acordo com esses autores, o sistema antigo NE-SW (40-60) foi responsável também pela formação de um sistema de fraturas de relaxamento com orientação N 10-20 E, associado ao posicionamento de corpos granitoides e ao aporte de fluidos hidrotermais e de mineralizações no Escudo Paranaense. Freitas, Caye e Machado (2002) demonstram que no oeste catarinense as principais direções de lineamentos também são NE, com destaque para as orientações N 30 E, N 40 E, N 50 E. Os autores também indicam a ocorrência, em grande número, das orientações N 50 W, N 40 W, N 60 W.

As tendências direcionais dos lineamentos mapeados neste estudo, correlacionadas com resultados dos trabalhos de cunho regional de Freitas, Caye e Machado (2002) e Ariolli e Licht (2013), demonstram a grande importância das zonas de falhas mapeadas por Zalán *et al.* (1987) na configuração da paisagem regional. Os lineamentos orientados para o quadrante NE, mais abundantes na área de estudo, estão possivelmente relacionados a ocorrência das Zonas de Falhas Taxaquara e Lancinha-Cubatão (Figura 1). Já os lineamentos orientados para o quadrante NW, que ocorrem em menor número, podem estar relacionados a Zona de Falha de Caçador. Os lineamentos E-W que ocorrem de forma subordinada aos dois grupos anteriores, podem estar relacionados ao Lineamento de Taquara Verde (Figura 1).

Tais zonas de falha, principalmente as NW-SE e NE-SW, são as que exerceram maior influência na configuração da Bacia do Paraná (Ferreira, 1982; Zalán *et al.*, 1987; Artur; Soares, 2002). Essas são antigas zonas de fraqueza (Arqueanas) do embasamento dessa bacia, reativadas de forma recorrente ao longo da história geológica, influenciando todos os aspectos geológicos (Zalán *et al.*, 1987). Conforme Soares et al. (2007), as últimas reativações ocorreram no Cenozoico, com soerguimento dos Arco de Ponta Grossa, Arco de São Gabriel, Arco de Assunção, Serras do Mar e Serra do Pantanal.

A grande importância dessas antigas zonas de falha relaciona-se ao fato que nas áreas afastadas dos limites de placas, portanto distantes de eventos tetônicos capazes de provocar grandes distúrbios ou gerar

novas falhas ou zonas de falha, as atividades tectônicas são restritas às reativações de falhamentos do embasamento. Mecanismo pelo qual os esforços intraplaca, criados pelas movimentações das placas e dos eventos orogenéticos, são dissipados. O que leva a movimentações verticais e horizontais de blocos, os quais podem respectivamente apresentar rejeitos da ordem de poucas centenas de metros e de poucos quilômetros (Zalán *et al.*, 1987).

Apesar dos lineamentos com orientação NE constituírem classes modais na área de estudo, aqueles orientados para NW também são importantes, pois quase metade dos lineamentos positivos e negativos estão orientados para esse quadrante. Essa importância já foi salientada por outros pesquisadores, que destacaram as incisões relacionadas ao Rio Iguaçu como indicativos de provável controle tectônico, uma vez que apresentam orientações coincidentes com o Lineamento Tectônico do Rio Iguaçu (Lima; Pontelli, 2013). Análises de lineamentos desenvolvidas em escala local, principalmente em escala de bacia hidrográfica, no sudoeste do Paraná e oeste de Santa Catarina, demonstraram a importância dos trends NW (Paisani *et al.*, 2005; Paisani *et al.*, 2006; Pontelli; Paisani, 2008; Lima; Pontelli, 2013; Lima, 2014). Nas áreas de estudo mapeadas por esses pesquisadores, os canais de drenagem, os divisores de água e até mesmo as diaclases das rochas estão, em sua maioria, orientados para o quadrante NW.

Compartimentação estrutural: primeira aproximação

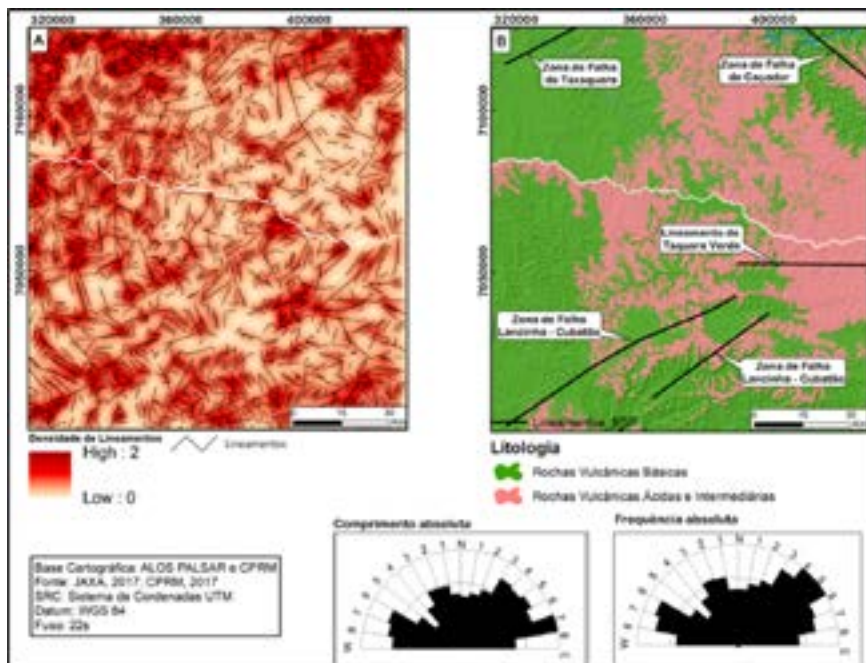
A ocorrência de lineamentos fotogeológicos pode ser decorrente de diversos fatores de ordem geológica, sendo o principal a influência tectônica, como falhas (Vargas, 2012). No caso da Formação Serra Geral, o substrato apresenta inúmeras diaclases, decorrentes do processo de resfriamento das lavas durante a atividade vulcânica e fuga dos voláteis (Fernandes *et al.*, 2011). Nesse sentido, os lineamentos identificados podem estar associados ao padrão de diaclases das rochas da Formação Serra Geral ou ao controle tectônico.

Dessa forma, foi gerado um mapa de densidade de lineamentos para correlacionar com o mapa litológico (Figura 3). Esse procedimento pode ajudar na compartimentação estrutural do relevo (Oliveira *et al.*, 2009). A análise conjunta das feições lineares permitiu identificar que os padrões

de distribuição dos lineamentos são diferentes ao longo da área de estudo, o que fica explícito no mapa de densidade de lineamentos (Figura 3-A).

Comparando o mapa de densidade de lineamentos com a distribuição litológica da área de estudo, observa-se que as maiores densidades ocorrem no domínio de rochas básicas, principalmente nas áreas mais dissecadas pela drenagem dos sistemas hidrográficos dos rios Iguaçu e Uruguai (Figura 3). A ocorrência de maior densidade de lineamentos em áreas que apresentam maior dissecção pelo sistema fluvial já foi apontada, tanto na Bacia do Rio Iguaçu quanto na Bacia do Rio Uruguai (Sordi; Salgado; Paisani, 2015).

É possível estabelecer também correlação entre a densidade de lineamentos e a ocorrência das zonas de falhas de Zalán *et al.* (1987). É visível na Figura 3 que as maiores densidades de lineamentos ocorrem no noroeste e no nordeste da área de estudo, respectivamente onde situam-se as zonas de falha de Taxaquara e Caçador. Conforme já foi citado, as zonas de falha da Bacia do Paraná foram reativadas de forma recorrente ao longo da história geológica, sendo que as últimas movimentações ocorreram no Cenozoico. As movimentações cenozoicas são consideradas por Hasui (1990) neotectônicas e, conforme apontado por Sordi *et al.* (2017), a Formação Serra Geral foi influenciada diretamente pela reativação das estruturas durante o cenozoico.

Figura 3 - Mapa de densidade de lineamentos e mapa litológico da área de estudo

Fonte: Elaborada pelos autores (2017).

As maiores densidades de lineamentos correspondem com as áreas mais dissecadas e as zonas de falhas, isso possivelmente está relacionado ao fato de que a drenagem busca linhas de fraqueza no embasamento rochoso. As reativações tectônicas cenozoicas podem ter modificado os principais níveis de base regional, tornando os processos fluviais mais agressivos (Sordi et al., 2017), por isso as áreas mais dissecadas da paisagem regional se localizariam nos setores de influência das zonas de falha. Isso reforça a importância das zonas de falha que ocorrem na área de estudo, indicando que elas exerceram/exercem grande influência na distribuição da drenagem, no grau de dissecação da paisagem e na configuração do relevo local.

As orientações dos lineamentos tanto positivos quanto negativos, principalmente para direções NE-SW e NW-SE, coincidem com as direções dos vales apresentadas na literatura tanto em substrato ácido quanto básico (Strugale et al., 2004; Lima, 2012; Jacques et al., 2014; Jacques;

Machado; Nummer, 2015; Sordi et al., 2015). Além disso, pode-se destacar também o fato dos setores mais dissecados na área de estudo, bem como a maior densidade de lineamentos, situarem-se no domínio litológico das rochas básicas. Isso pode estar associado às diferenças nas taxas de denudação apresentada por conta da diferença de resistência aos processos denudacionais entre derrames ácidos e básicos (Cherem et al., 2012; Conceição et al., 2015; Sordi et al., 2018). Da mesma forma, a diferença de padrão de fratura entre os diferentes derrames também influencia no comportamento da rede de drenagem. Enquanto os derrames básicos apresentam fraturas verticais e/ou horizontais e setores amigdaloidais (Fernandes; Maldaner; Roleau, 2011), as rochas ácidas apresentam predominância de estrutura horizontal e em lajes (Nardy et al., 2002; Chmyz, 2013; Lima; Pontelli, 2013). A diferença entre a disposição das estruturas litológicas pode ser responsável pelo alargamento dos vales, e, portanto, do padrão de dissecção do relevo (Sordi et al., 2017).

Conforme discutido até aqui, é possível estabelecer pelo menos dois compartimentos morfoestruturais na área de estudo. Um correspondente ao domínio litológico das rochas ácidas cujo relevo é, em geral menos dissecado, com baixo gradiente de inclinação, podendo ser classificado como suave ondulado. E outro ao domínio que coincide com a ocorrência de rochas básicas, com relevo mais dissecado, inclinações maiores do terreno, podendo ser classificado como moderadamente ondulado a ondulado.

Considerações finais

A análise desenvolvida demonstrou que a compartimentação geomorfológica na área de estudo está relacionada as diferenças litológicas e possível influência tectônica. Foram identificados dois compartimentos morfoestruturais, um vinculado as rochas ácidas que mantem as porções mais altas e planas da área de estudo, e outro mantido pelas rochas básicas onde o relevo é mais dissecado. Isso está associado possivelmente as diferenças de resistência aos processos denudacionais entre derrames ácidos e básicos, assim como a diferença de padrão de fratura entre os diferentes derrames que interferem no comportamento da rede de drenagem. A componente tectônica também é importante na diferenciação desses compartimentos estruturais, pois os lineamentos

negativos e positivos mapeados apresentam concordância direcional com as zonas de falha da Bacia do Paraná, além disso as áreas mais dissecadas do relevo são adjacentes às zonas de falha que podem ter sido reativadas no cenozoico, intensificando a erosão fluvial.

Agradecimentos

O autor Jacson Gosman Gomes de Lima agradece ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) pela concessão de afastamento integral para pós-graduação (doutorado), portaria da reitora nº 1257, de 16 de maio de 2017. O segundo autor, Vitor Hugo Rosa Biff, agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

Referências

- ALMEIDA, F. F. M. O Planalto Basáltico da Bacia do Paraná. *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, n. 24, p. 3-34, 1956.
- ANDRADE FILHO, C. O.; FONSECA, L. M. G. Lineamentos estruturais a partir de imagem Landsat TM e dados SRTM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIV, 2009, Natal. *Anais...* Natal: INPE, 2009. p. 3151-3158.
- ARIOLI, E. E.; LICHT, O. A. B. *O Grupo Serra Geral no Estado do Paraná: mapeamento geológico das cartas 1:250.000 de Guaíra, Cascavel, Campo Mourão, Foz do Iguaçu, Guaraniãçu, Guarapuava, Pato Branco e Clevelândia*. Curitiba: Mineropar, 2013. 454 p. (v. 1).
- ARTUR, P. C.; SOARES, P. C. Paleoestruturas e petróleo na Bacia do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 433-448, 2002.
- CAMOLEZI, B. A. *Geomorfologia e controle estrutural da bacia hidrográfica do córrego Morumbi, Faxinal, Paraná*. 2013. 135 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.
- CHEREM L. F.; VARAJAO, C. A. C.; BRAUCHER, R.; BOURLÈS D.; SALGADO, A. A. R.; VARAJÃO, A. F. D. Longterm evolution of denudational escarpments in southeastern Brazil. *Geomorphology*, Amsterdam, v. 173-174, n. 1, p. 118-127, 2012.
- CHMYZ, L. *Aspectos vulcanogênicos das rochas ácidas do Tipo Palmas na Província Magmática do Paraná aflorantes no sudoeste paranaense*. Curitiba. 2013. 130 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

CONCEIÇÃO, F.T.; SANTOS, C.M.; SARDINHA, D.S.; NAVARRO, G.R.B.; GODOY, L.H. Chemical weathering rate, denudation rate, and atmospheric and soil CO₂; consumption of Paraná flood basalts in São Paulo State, Brazil. *Geomorphology*, Amsterdam, v. 233, p. 41-51, 2015.

COUTO, E. V. D. *Influência morfotectônica e morfoestrutural na evolução das drenagens nas bordas planálticas do alto Ivaí – Rio Alonzo – sul do Brasil*. 2011. 108 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

FERNANDES, A. J.; MALDANER, C. H.; ROLEAU, A. Análise das Fraturas nos Basaltos de Ribeirão Preto, SP: Aplicação à Elaboração de Modelo Hidrogeológico Conceitual. *Revista do Instituto de Geociências (USP)*, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 43-64, dez. 2011.

FERREIRA, F. J. F. Alinhamentos estruturais-magnéticos da região centro-oriental da Bacia do Paraná e seu significado tectônico. In: YOSHIDA, R.; GAMA, JR. (Ed.) *Geologia da Bacia do Paraná: reavaliação da potencialidade e Prospectividade em hidrocarbonetos*. São Paulo: Consórcio CESP-IPT, 1982. p. 144-166.

FREITAS, M. A.; CAYE, B. R.; MACHADO, J. L. F. (Org.). Projeto do Oeste de Santa Catarina – PROESC: diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do Oeste do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: CPRM, 2002. 100 p.

HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE NEOTECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO CENOZÓICA CONTINENTAL NO SUDESTE BRASILEIRO, I, 1990, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geomorfologia - MG, 1990. p. 1-31.

JACQUES, P.D.; SALVADOR, E.D.; MACHADO, R.; GROHMANN, C.H.; NUMMER, A.R. Application of morphometry in neotectonic studies at the eastern edge of the Paraná Basin, Santa Catarina State, Brazil. *Geomorphology*, v. 213, n. 13, p. 13-23, 2014.

JACQUES, P. D.; MACHADO, R.; NUMMER, A. R. Análise estrutural da Formação Serra Geral na Porção Centro-Sul do Estado de Santa Catarina, Brasil. *Geociências*, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 390- 401, 2015.

LIMA, A. G. Erosão fluvial sobre rochas vulcânicas: algumas inferências a partir de segmentos côncavos de perfis longitudinais. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 34-41, 2012.

LIMA J. G. G. Influência morfoestrutural na elaboração do relevo na Serra da Fartura (Planalto de Palmas-PR/Água Doce-SC) – Sul do Brasil. *Revista de Geografia (UFPE)*, Recife, v. 31, n. 3, 2014.

LIMA, J. G. G.; PONTELLI, M. E. Determinantes morfoestruturais na gênese do relevo no Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC) – Sul do Brasil. *Revista de Geografia (UEL)*, Londrina, v. 22, n. 3, p. 81-92, 2013.

NARDY, A. J. R.; OLIVEIRA, M. A. F. de; BETANCOURT, R. H. S.; VERDUGO, D. R. H.; MACHADO, F. B. Geologia e Estratigrafia da Formação Serra Geral. *Revista de Geociências (UNESP)*, Rio Claro, v. 21, n. 1/2, p. 15-32, 2002.

OLIVEIRA, D. B.; MORENO, R. S.; MIRANDA, D. J.; RIBEIRO, C. S.; SEOANE, J. C. S.; MELO, C. L. Elaboração de um mapa de lineamento estrutural e densidade de lineamento através de imagem SRTM, em uma área ao norte do Rio Doce, ES. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIX, 2009, Natal. *Anais...* Natal: INPE, 2009. p. 4157-4163.

O'LEARY, D. W.; FRIEDMAN, D. D.; POHN, A. A. Lineament, linear, lineation: some

proposed new standards for old terms. *Bulletin Geological Society of America*, New York, v. 87, n. 10, p. 1207-1248, 1976.

PAISANI, J. C.; PONTELLI, M. E; ANDRES, J. Superfícies aplainadas em zona morfoclimática subtropical úmida no Planalto Basáltico da Bacia do Paraná (SW Paraná/ NW Santa Catarina): primeira aproximação. *Revista de Geociências (UNESP)*, Rio Claro, v. 27, n. 4, p. 541-553, 2008.

PAISANI, J. C.; PONTELLI, M. E; GEREMIA, F.; FORTES, J. A. Análise de lineamentos na Bacia do Rio Quatorze – sudoeste do Paraná. *Revista Varia Scientia*, Cascavel, v. 5, n. 10, p. 65-74, 2005.

PAISANI, J.C.; PONTELLI, M. E; CALEGARI, M. R. Evolução de bacias de baixa ordem nos 41.000 anos ap – Brasil Meridional. *Mercator*, Fortaleza, v. 11, n. 26, p. 131-148, set./den. 2012.

PAISANI, J.C.; PONTELLI, M.E.; CORREA, A.C.; RODRIGUES, R.A.R. Pedogeochemistry and micromorphology of oxisols – A basis for understanding etchplanation in the Araucárias Plateau (Southern Brazil) in the Late Quaternary. *Journal of South American Earth Science*, v. 48, p. 1-12, 2013.

PAISANI, J.C.; PONTELLI, M.E.; MANFREDINI, L.; RIBEIRO, F.J.; LIMA, S. Identificação de superfícies geomórficas entre Abelardo Luz (SC) e Erechim (RS) – bases para compreender a evolução do relevo no vale do Rio Uruguai, Sul do Brasil. *Revista Geonorte*, Manaus, v.10, n. 4, p. 79-85, 2014.

PAISANI, J.C.; PAISANI, S. D. L.; OSTERRIETH, M. L.; PONTELLI, M. E; FUJITA, R. H. Dinâmica de rampa de colúvio na superfície de Palmas/Água Doce durante o quaternário tardio: bases para compreender a evolução das encostas no Planalto das Araucárias. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 18, n.4, p. 783-799, 2017a.

PAISANI, J. C.; PONTELLI, M. E.; PEREIRA, J. S.; CAVAZINI, A.J. Pedogênese e morfogênese no médio vale do Rio Marrecas durante o quaternário tardio - sul do Brasil. *RA'E GA (UFPR)*, Curitiba, v. 41, p. 49-64, 2017b.


PAISANI, J. C.; PONTELLI, M. E; GEREMIA, F. Cabeceiras de drenagem da Bacia do Rio Quatorze – Formação Serra Geral (SW do Paraná): distribuição espacial, propriedades morfológicas e controle estrutural. *Revista RA'E GA*, Curitiba, n. 12, p. 211-219, 2006.


PELUSO JUNIOR, V. A. O relevo do território catarinense. *Revista Geosul*, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 7-69, 1986.


PONTELLI, M. E; PAISANI, J. C.; Controle de fraturas na organização da drenagem da bacia do rio quatorze sudoeste do Paraná. *Revista Perspectiva Geográfica*, Francisco Beltrão, v. 4, n. 4, p. 129-138, 2008.

- SAADI, A. Neotectônica da Plataforma Brasileira: esboço e interpretação preliminares. *Revista Geonomos*, Belo Horizonte, v. 1, n.1, p. 1-15, 1993.
- SANTOS, J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Brasília, Ano 7, v. 7 n. 2, p. 3-12, 2006.
- SANT'ANNA, M. V.; SANTOS, A. R. Identificação e análise de estruturas tectônicas rúpteis e rúpteis-dúcteis em parte do Quadrilátero Ferrífero e Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, Brasil, utilizando técnicas de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, VII, 1996, Salvador. *Anais...* Salvador: INPE, 1996. p. 659-662.
- SOARES, P. C. *Tectônica sinsedimentar cíclica na Bacia do Paraná: controles. 1991. 142 f.* Tese para concurso ao cargo de professor Titular no Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.
- SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, v. 32, n. 16, p. 71-104, 1976.
- SOARES, A. P.; SOARES, P. C.; BETTÚ, B. F.; HOLZ, M. Compartimentação estrutural da Bacia do Paraná: a questão dos lineamentos e sua influência na distribuição do sistema Aquífero Guarani. *Revista de Geociências*, Rio Claro, v. 26, n. 4, p. 297-311, 2007.
- SORDI, M. V.; SALGADO, A. A. R.; PAISANI, J. C. Evolução do relevo em áreas de tríplice divisor de águas regional: o caso do Planalto de Santa Catarina: uma análise morfoestrutural. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 579-592, 2015.
- SORDI, M. V.; SALGADO, A. A. R.; PAISANI, J. C.; PAGOTTO, D. Controle litoestrutural no desenvolvimento de vales na área do rebordo da Bacia do Paraná no estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v.18, n.4, p.671-687, 2017.
- SORDI, M. V.; SALGADO, A. A. R.; SIAME, L.; BOURLÈS, D.; PAISANI, J.C.; LÉANNI, L.; BRAUCHER, R.; DO COUTO, E. V. Implications of drainage rearrangement for passive margin escarpment evolution in southern Brazil. *Geomorphology*, v. 306, p. 155-169, 2018.
- STRUGALE, M.; ROSTIROLLA, S. P.; MANCINI, F.; PORTELA FILHO, C. V. Compartimentação Estrutural das Formações Pirambaia e Botucatu na Região de São Jerônimo da Serra, Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 34, n. 3, p. 303-316, 2004.
- WILDNER, W.; CAMOZZATO, E.; TONIOLO, J. A.; BINOTTO, R. B.; IGLESIAS, C. M. F.; LAUZ, J. H. *Mapa geológico do estado de Santa Catarina*. Porto Alegre: CPRM, 2014. (Escala 1:500.000. Programa Geologia do Brasil. Subprograma de Cartografia Geológica Regional).
- ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; APPI, V. T.; ZANOTTO, O. A. Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná. In: Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, III, 1987, Curitiba. *Anais...* Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, v. 1, 1987. p. 441-477.

VARGAS, K. B. *Caracterização morfoestrutural e evolução da paisagem da bacia hidrográfica do ribeirão Água das Antas – PR*. 1996. 123 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

Jacson Gosman Gomes de Lima – Graduado em Geografia Licenciatura Plena e Mestre em Geografia – linha de pesquisa Dinâmica, Utilização e Preservação do Meio Ambiente pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Atualmente é professor do Instituto Federal de Santa Catarina.  <https://orcid.org/0000-0003-2228-8896>

Vitor Hugo Rosa Biffi – Possui graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá, Mestrado em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Atualmente é discente no curso de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Maringá.  <https://orcid.org/0000-0002-5773-7842>

Marga Eliz Pontelli - Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria, mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina e doutorado em Geografia pela mesma universidade. Atualmente é professora adjunta da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.  <https://orcid.org/0000-0002-5773-7842>

Recebido para publicação em 20 de agosto de 2019

Aceito para a publicação em 12 de outubro de 2019

Publicado em _____