

# Determinantes morfoestruturais na gênese do relevo no Planalto de Palmas (Pr)/Água Doce (SC) – Sul do Brasil

*Morpho-structural determinants in the genesis of the relief in Plateau of Palmas (Pr)/Água Doce(SC) - Southern Brazil*

Jacson Gosman Gomes de Lima<sup>1</sup>

Marga Eliz Pontelli<sup>2</sup>

**Resumo:** No Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC) realizou-se análise morfoestrutural da rede de drenagem. Para a obtenção dos resultados foram efetuados trabalhos de campo e laboratório. Em campo foram estabelecidas a densidade e a orientação (azimutes) das juntas de 18 afloramentos de rocha. Em laboratório, por meio de fotointerpretação, confeccionou-se mapa de drenagem em escala 1:25.000. A partir da análise da rede hidrográfica individualizou-se: lineamentos negativos, curvas anômalas e cotovelos de drenagem. Conhecendo a orientação dos lineamentos negativos, bem como dos canais de primeira ordem, das falhas inferidas e das juntas das rochas, foram confeccionados gráficos de roseta. A comparação do grau de concordância direcional entre tais feições demonstra que ambas têm orientação predominante NW, coincidindo com a orientação do lineamento tectônico do Rio Iguaçu. Desse modo, concluiu-se que o relevo do Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC) é influenciado por esta grande feição estrutural.

**Palavras-chave:** análise morfoestrutural, rede de drenagem, Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC).

**Abstract:** *In Plateau Palmas (PR) / Água Doce (SC) was carried out a morphostructural analysis of the drainage network. To obtain these results we performed field and laboratory work. On field were established density and orientation (azimuth) of 18 joints rock outcroppings. In Laboratory through photointerpretation it was made drainage map in scale 1: 25,000, from the analysis of the drainage network were individualized negative lineaments, anomalous bends and drainage elbows. Knowing the orientation of the negative lineaments, as well as the first order channels, from the inferred faults and joints of rocks were made rosette charts. The comparison of the degree of directional correlation between such features demonstrates that both have predominant orientation NW, coinciding with the orientation of the tectonic lineament Iguaçu River. Thus, it was concluded that the relief of the Plateau of Palmas (PR) / Água Doce (SC) is influenced by this major structural feature.*

**Keywords:** *morphostructural analysis, drainage network, Plateau of Palmas (PR) / Água Doce (SC).*

## INTRODUÇÃO

O Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC) estende-se ao sul do Rio Iguaçu, formando no setor paranaense o declive do divisor de águas Iguaçu-Uruguai (MAACK, 1947). Nesta unidade morfoestrutural vários trabalhos já foram desenvolvidos, a maioria

<sup>1</sup> Graduado em Geografia. Mestre em Geografia (UNIOESTE). Professor colaborador da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

<sup>2</sup> Graduada em Geografia. Doutora em Geografia (UFSC). Professora Adjunta da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

deles buscando entender as propriedades das rochas e os processos intempéricos envolvidos na sua alteração (CLEMENTE, 1988; VOLKMER, 1999; CLEMENTE, 2001; NARDY *et al.*, 2002; NARDY *et al.*, 2008, LIMA *et al.*, 2011, LIMA e PONTELLI, 2012).

Contudo, trabalhos que buscam entender o papel da estrutura geológica na evolução desse planalto são poucos, dentre eles pode-se destacar os de Amaral e Crósta (1983), Paiva Filho (2000), Volkmer e Fortes (2003). No entanto, para entender o desenvolvimento morfodinâmico de uma região é preciso conhecer também qual o papel da estrutura geológica (O'LEARY *et al.*, 1976).

A rede de drenagem analisada de forma sistemática e uniforme pode fornecer informações de grande importância, especialmente quanto à estrutura geológica e variações no estilo estrutural (SOARES; FIORI, 1976). Uma vez que os rios buscam as porções mais brandas das rochas, os canais em geral refletem a estrutura destas. Os padrões de drenagem são particularmente sensíveis às estruturas, pois quando as rochas apresentam linhas de fraqueza, os cursos de água buscam essas linhas. Além disso, como a drenagem é um elemento muito sensível da paisagem é a primeira a dar resposta as alterações de base, sendo considerada ferramenta de análise geomorfológica (STRAHLER, 1987).

Nesse contexto a análise criteriosa do arranjo da rede de drenagem pode trazer informações importantes a respeito da evolução geomorfológica da paisagem. Além dos trechos retilíneos da drenagem, que se destacam definindo lineamentos morfoestruturais (O'LEARY *et al.*, 1976), feições estruturais como as curvas anômalas e cotovelos podem ser analisadas (SOARES; FIORI, 1976).

Sendo assim, este artigo apresenta os resultados da análise morfoestrutural da rede de drenagem realizada em um segmento ao longo da Serra da Fatura (S 26° 29' 18" – S 26° 45' 52" e W 51° 45' 42" – W 51° 45' 54"), Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC), com o objetivo de identificar determinantes morfoestruturais que tenham atuado na formação do relevo da área de estudo.

## **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC) (figura 1) estende-se ao sul do Rio Iguaçu, individualizando-se como divisor de águas dos sistemas hidrográficos Iguaçu ao norte e Uruguai ao sul, regionalmente conhecido como Serra da Fatura (MAACK, 1947). Situa-se topograficamente acima dos 1200m, com altitude máxima de 1356m, correspondendo as superfícies geomorfológicas II (altitudes entre 1201 e 1300m) e I (altitudes superiores a 1300m) de acordo com a classificação de Paisani *et al.* 2008.

Geologicamente o Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC) é constituído por rochas da Formação Serra Geral, do domínio litológico denominado por Nardy *et al.* (2002) de Membro Palmas. Esse constitui-se predominantemente, por rochas ácidas (+ de 65% de SiO<sub>2</sub>) do tipo riolito e riodacito. Tais rochas apresentam em geral textura afírica. Quanto à mineralogia são caracterizadas, em média, por 16% de microfenocristais de plagioclásio, 11% de augita, 3% pigeonita, 5% magnetita, 1% apatita, e cristais de piroxênios com hábito acicular, envolvidos por uma trama de quartzo e feldspato alcalino em intenso crescimento granofírico. Essa trama corresponde em média a 63% do volume total (NARDY, *et al.*, 2002).

**Figura 1.** Localização da área de estudo. 1: drenagem; 2: divisor de águas regional entre os Sistemas Hidrográficos do Rio Chopim (PR) e Chapecó (SC).



Fonte: modificado de Lima (2013).

Baseados em dados litoquímicos Nardy *et al.* (2008) subdividiram as rochas ácidas do Membro Palmas em cinco subgrupos distintos: Clevelândia; Santa Maria; Anita Garibaldi, Caxias do Sul e Jacuí. O Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC) insere-se no subgrupo denominado Clevelândia, que se estende por área de 4087 km<sup>2</sup> ao sul do Estado do Paraná,

aproximadamente de General Carneiro até Clevelândia, com espessura média de 150 m e volume da ordem de 613 km<sup>3</sup>. A composição química média das rochas ácidas do subgrupo Clevelândia é de 70,24% de SiO<sub>2</sub>, 0,78 de TiO<sub>2</sub>, 12,12% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5,43% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,09% de MnO, 0,73% de MgO, 1,9 de CaO, 2,67% de Na<sub>2</sub>O, 4,8% de K<sub>2</sub>O, 0,21% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (NARDY *et al.*, 2008). Em escala de afloramento o aspecto mais marcante destas rochas é o acamamento ígneo (figura 2) que se mostra proeminente nas porções superiores das sequências vulcânicas (NARDY *et al.*, 2008).

**Figura 2.** Afloramento de rocha ácida tipo Palmas no Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC) com acamamento bem desenvolvido, característico da porção principal e superior de uma sequência de rochas dessa natureza.



**Fonte:** Jacson Gosman Gomes de Lima, 2012.

Sobre o substrato rochoso desse planalto se desenvolveram predominantemente Neossolos Litólicos e Cambissolos (LIMA, 2013). Além de solos atuais registra-se também

paleossolos húmicos enterrados (PAISANI *et al.*, 2009) e camadas de sedimentos coluviais, colúvio-aluviais e aluviais que encontram-se entulhando paleovales de segunda ordem hierárquica (PAISANI *et al.*, 2012).

Essas coberturas superficiais se desenvolveram sobre relevo suave ondulado a ondulado, onde é comum a presença de estruturas tabulares que constituem morros residuais (figura 3). Este tipo de relevo é condicionado pela maior resistência intempérica das rochas ácidas, ricas em sílica, e por feições tectônicas como fraturamento vertical intenso da rocha, com deslocamento em lages delgadas e blocos facetados (VOLKMER, 1999). Essas estruturas de natureza rúptil foram geradas posteriormente aos litotipos vulcânicos, sendo abundantes fraturas sem preenchimento, apesar de também ocorrerem falhas e zonas de cisalhamento, bem como fraturas preenchidas (CHMYZ, 2013).

**Figura 3.** Morfologia ondulada e tabular do Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC).



**Fonte:** Marcia Regina Callegari, 2011.

A hidrografia na região apresenta cursos de água com alta densidade e padrão preferencialmente dendrítico e paralelo (VOLKMER, 1999). Na porção paranaense do Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC), os cursos de água menores estão subordinados ao Sistema Hidrográfico do Rio Chopim, já na porção catarinense são tributários do Sistema Hidrográfico do Rio Chapecó (figura 1).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise morfoestrutural da área de estudo foram realizados trabalhos de campo e laboratório.

Inicialmente foi produzido mapa de drenagem da área de estudo a partir de fotografias aéreas em escala 1: 25.000 no Laboratório de Geoprocessamento e Fotointerpretação da UNIOESTE – Campus de Francisco Beltrão. Para tanto foram utilizados 21 pares de fotografias aéreas, 14 desses do Levantamento Aerofotogramétrico

do Estado do Paraná realizado em 1980, obtidos na Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado do Paraná e 7 do Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina, realizado em 1978, obtidos na Diretoria de Geografia e Estatística da Secretaria Estadual de Planejamento e Gestão do Estado de Santa Catarina.

A partir do mapa de drenagem em escala 1: 25.000 foram identificados os lineamentos negativos, feições anômalas de drenagem (curvas anômalas, cotovelos, etc.) e inferidos possíveis falhamentos. Essa etapa da pesquisa foi conduzida com base na metodologia de Soares e Fiori (1976).

Para os lineamentos de drenagem e falhas inferidas foram determinadas as frequências absoluta ( $n^0$ ) e relativa (%). A primeira corresponde ao número total de feições identificadas (ex: 80 lineamentos negativos) e a segunda ao percentual de feições identificadas para cada direção (ex: 63,21% orientados para o quadrante NW). Esses resultados foram plotados no diagrama clássico de roseta (FERNANDES; ALMEIDA, 1996), indicando a orientação dos canais de primeira ordem e das juntas das rochas. Utilizou-se do *software* Corel Draw X5 para o desenho dos gráficos de roseta. Como drenagem é o elemento da paisagem que responde primeiro às mudanças estruturais (SOARES; FIORI, 1976), especialmente os canais de primeira ordem, foi importante verificar a orientação de tais canais e se estes apresentam relação com as feições estruturais (falhas e fraturas).

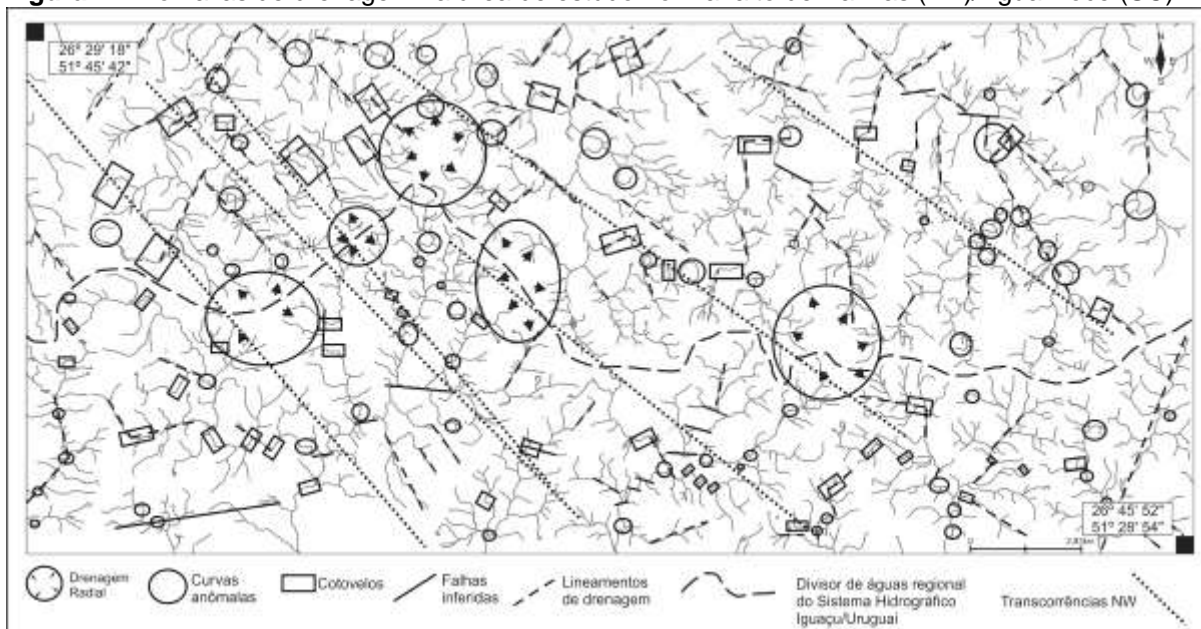
Em campo foram estabelecidas a densidade das juntas de 18 afloramentos de rocha distribuídos por toda a área, bem como mensuradas suas orientações por meio de bússola geológica. A comparação da orientação dos lineamentos negativos, falhas inferidas, canais de primeira ordem e as juntas das rochas, apoiada por outras informações como presença de cotovelos e curvas anômalas (meandros isolados), ajudou a entender qual o papel da estrutura geológica na formação do relevo da área de estudo no Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC).

## RESULTADOS

Situada no divisor de águas regional Iguaçu-PR/Uruguai-SC, localmente denominada de Serra da Fatura, a área de estudo apresenta padrão de drenagem dendrítico (figura 4). Observam-se canais irregulares com origem em diversas direções e variados ângulos de junção entre os canais principais e tributários. Ao longo do divisor de águas Iguaçu-PR/Uruguai-SC observa-se setores cuja drenagem apresenta-se radial centrífuga (figura 4). É comum a associação desse tipo de drenagem a existência de estruturas dômicas (VARGAS, 2012). No entanto, na área de estudo setores cuja drenagem apresenta-se radial centrífuga estão condicionados a existência de relevos residuais (figura 5), formas comuns

no Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC). Esses se constituem em remanescentes topográficos em formato de domo, com encostas predominantemente convexas e topos aguçados, destacando-se na superfície pela dissecação diferencial da drenagem (figura 5).

**Figura 4.** Anomalias de drenagem na área de estudo no Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC).



**Fonte:** modificado de Lima (2013).

**Figura 5:** Morfologia dos relevos residuais no Planalto de Palmas.



**Fonte:** Marga Eliz Pontelli, maio/2014.

Com base nos critérios de análise propostos por Soares e Fiori (1976), a área de estudo apresenta rede de drenagem com densidade média e textura de drenagem heterogênea sendo identificadas mudanças no padrão dos canais de drenagem. Apesar de predominar o padrão de drenagem dendrítico, são comuns trechos retilíneos que constituem lineamentos negativos, assim como vários cotovelos e curvas anômalas (figura 4). Tais anomalias, discordantes do arranjo geral da drenagem, são indicadores de influência estrutural (SOARES; FIORI, 1976).

Identificou-se 62 curvas anômalas (figura 4), feições relacionadas a controle estrutural, que podem ser indicativos de movimentação tectônica recente ou inversão do relevo (HOWARD, 1967). É comum a presença de paleocanais de 2ª ordem nos divisores de

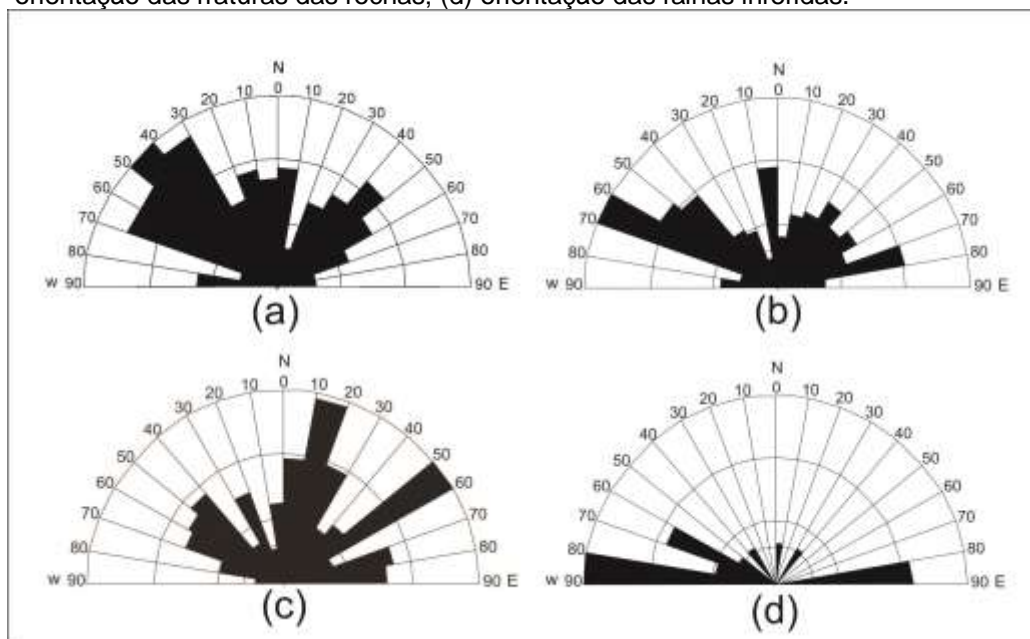
água na área de estudo, indicando que a inversão do relevo é nítida (PAISANI *et. al*, 2012). Cotovelos de drenagem são abundantes na área de estudo, tendo sido marcados os 47 cotovelos considerados mais evidentes (figura 4). Feições desse tipo são típicas de rios com padrão retangular e forte controle estrutural (STRAHLER, 1987). Desse modo, o grande número de curvas anômalas, a existência de paleocanais de 2ª ordem nos divisores de água, juntamente com os cotovelos de drenagem sugerem que a área de estudo foi, ou estaria sendo afetada por movimentação neotectônica.

Os lineamentos extraídos a partir da drenagem apresentam segmentos métricos a quilométricos, com heterogeneidade no que concerne à quantidade dos traços (figura 4). Na porção norte da área de estudo, setor cuja drenagem pertence ao sistema hidrográfico do Rio Iguaçu, a concentração de lineamentos é maior em relação à porção sul, subordinada ao Sistema Hidrográfico do Rio Uruguai.

As direções dos 80 lineamentos negativos individualizados podem ser observadas nos gráficos de rosetas (figura 6-a). Em relação ao comprimento médio dos lineamentos, aqueles orientados para NW variam de 785 m a 1240 m, já os orientados para NE variam de 720 m a 2060 m. Percebe-se que há maior frequência de lineamentos no quadrante NW (63,21%), principalmente nas direções N 40-50 W (12,64%), N 30-40 W (10,34%), N 50-60 W (9,19%) e N 60-70 W (9,19%). Esses 4 *trends* somados correspondem a 41,36% dos lineamentos individualizados na área de estudo. O número de lineamentos concentrados nesses 4 *trends* é superior ao número de lineamentos direcionados para NE (39,71%).

A orientação predominante dos lineamentos negativos para NW é concordante com o lineamento tectônico do Rio Iguaçu, feição estrutural dominante na região do Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC) (VOLKMER; FORTES, 2003).

**Figura 6.** Rosetas: (a) lineamentos negativos; (b) orientação dos canais de 1ª ordem; (c) orientação das fraturas das rochas; (d) orientação das falhas inferidas.





**Fonte:** modificado de Lima (2013).

Para melhor entendimento da influência estrutural na configuração da drenagem na área de estudo foram obtidas também a orientação dos canais de 1ª ordem (figura 6-b). Estes mostraram homogeneidade no que se refere às suas orientações, 52,24% deles orientados para o quadrante NW e 47,76% para NE. Contudo, observa-se maior destaque da orientação dos canais de 1ª ordem no quadrante NW, especialmente nas direções N 60-70 W (12,92%), N 50-60 W (9,16%) e N 40-50 W (7,91). A análise da direção das drenagens de 1ª ordem mostra que o esforço mais recente e principal é o de NW. Estas direções coincidem com as direções predominantes dos lineamentos negativos (figura 6-a), o que significa que as mesmas estruturas que estão possivelmente condicionando os lineamentos negativos, controlam também o direcionamento de boa parte dos canais de 1ª ordem.

O grande número de canais orientados para o quadrante NE, com destaque para o *trend* N 70-80 E, pode estar sendo condicionado pelas juntas das rochas. A rocha do tipo riolito, na área de estudo, apresenta-se intensamente fraturada. Medições de orientação realizadas em campo mostram que as juntas desse tipo de rochas estão orientadas predominantemente para NE (figura 6-c).

Apesar de estarem presentes em grande número, não é possível saber se representam esforços tectônicos ou correspondem a diaclases geradas durante o resfriamento do magma que gerou as rochas. Tais juntas exibem orientação predominante para NE (62,55%), coincidindo com o que já mostraram Amaral e Crosta (1983), quando afirmam que em toda a região do Planalto Basáltico está ocorrendo intenso fraturamento de direção preferencial NE.

A partir da drenagem foram inferidas possíveis falhas na área de estudo. Tais falhas são concordantes com os lineamentos negativos, estando 66,56% delas orientadas para o quadrante NW, enquanto 33,44% estão orientadas para NE (figura 6-d). A maior parte das falhas inferidas estão situadas na porção S da área de estudo (figura 4). Em campo não foi possível identificar falhas, pois o grande número de fraturas nos afloramentos de rocha dificulta qualquer deslocamento de camadas. No entanto, a maioria das falhas inferidas apresentam orientação para o quadrante NW, coincidindo com a orientação preferencial dos lineamentos de drenagem e canais de 1ª ordem. Isso é mais um elemento que reforça a influência estrutural do lineamento tectônico do Rio Iguaçu na geomorfologia do Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC).

O predomínio da direção NW, tanto dos lineamentos negativos quanto dos canais de 1ª ordem e das falhas inferidas, sugere que na área de estudo os esforços tectônicos tenham sido transcorrentes, comandados pelo Rio Iguaçu. Nas falhas transcorrentes a direção de deslocamento dos blocos é aproximadamente horizontal, sendo que estes se movimentam lateralmente. Nesse tipo de feição estrutural é preciso definir o sentido de

deslocamento dos blocos: no caso de uma transcorrência dextral o bloco da direita se move em direção ao observador, já quando o bloco da esquerda se desloca em direção ao observador a transcorrência é sinistral. A partir da drenagem percebe-se por meio das curvas dos rios e da disposição dos lineamentos negativos diversas transcorrências do tipo dextral, estas constituem grandes lineamentos com direção NW (figura 4).

Embora predominem na área de estudo movimentações tectônicas transcorrentes, esforços do tipo normal também podem ser identificados. A presença de paleocanais de 2ª ordem localizados, na atualidade, no divisor de águas regional entre as drenagens dos rios Iguaçu e Uruguai, conforme demonstraram Paisani *et al.* (2012), evidencia a atuação de falhas normais na região.

## **CONCLUSÕES**

A análise da drenagem na área de estudo revelou que tanto os lineamentos negativos como os canais de 1ª ordem e as falhas inferidas estão orientados predominantemente para o quadrante NW. A análise das curvas dos rios demonstra diversas transcorrências que cortam a área de estudo diagonalmente, constituindo grandes lineamentos com direção NW. O predomínio dos *trends* NW mostra que o lineamento tectônico do Rio Iguaçu, que constitui uma transcorrência dextral, é a principal feição morfoestrutural que influencia a evolução do relevo no Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC). O grande número de curvas anômalas, associado à existência de paleocanais de 2ª ordem nos divisores de água (PAISANI *et al.*, 2012), juntamente com os cotovelos de drenagem, são indicadores de que a área de estudo poderia estar sendo afetada por movimentação neotectônica. Por fim, cabe salientar que apesar do grande número de indicadores de influência estrutural, não foi possível estabelecer blocos morfoestruturais homólogos na área de estudo, pois esta apresenta grande homogeneidade no que se refere à distribuição das anomalias identificadas.

## **AGRADECIMENTOS**

A CAPES (coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de mestrado, ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pelo apoio financeiro na realização dos trabalhos de campo e aos membros do Grupo de Pesquisa Gênese e Evolução de Superfícies Geomórficas e Formações Superficiais, pelo auxílio nos trabalhos de campo.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, G; CRÓSTA, A.P. Comportamento estrutural e estratigráfico dos diferenciados ácidos da Formação Serra Geral na porção sul da Bacia do Paraná. In: Simpósio Regional de Geologia, 4, 1983, São Paulo. **Atas...** São Paulo: SBG, 1983, p.197-210.
- CHMYZ, L. **Aspectos vulcanogênicos das rochas ácidas do Tipo Palmas na Província Magmática do Paraná aflorantes no Sudoeste paranaense.** 2013. 130p. Dissertação (Mestrado em Geologia). Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba. 2013.
- CLEMENTE, C. **Alteração de solos desenvolvidos sobre rocha vulcânica ácida da Formação Serra Geral nos Planaltos de Guarapuava e Palmas, Região Centro Sul do Estado do Paraná.** 1988. 210p. Tese (doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba. 1988.
- CLEMENTE, C. A. **Intemperismo de riólitos e riodacitos da Formação Serra Geral (Jurássico-Cretáceo), das regiões sul e sudeste do Brasil.** 2001. 216p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, 2001.
- FERNANDES, N. F.; ALMEIDA, J. C. H. Processos endogenéticos na formação do relevo. In: CUNHA, S. D.; GUERRA, A. J. T. (Orgs). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações.** 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 356 p.
- HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. **American Association of Petroleum Geology Bulletin**, Tulsa, v. 51, n. 11, p 2246-2259. Nov. 1967.
- LIMA, J. G. G *et al.* Características físicas de material alterado sob rocha sã em remanescente de superfície aplainada II, planalto de palmas (SW/PR – NW/SC). In: I Seminário Internacional Dos Espaços de Fronteira, 1, 2011, Marechal Cândido Rondon. **Anais...** Marechal Cândido Rondon: SIEF, 2011, p. 125-134.
- LIMA, J. G. G.; PONTELLI, M. E. Mineralogia de rocha alterada em remanescente de superfície aplainada II - Planalto de Palmas (PR)/ Água Doce (SC). In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 10, 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sinageo, p. 1-5.
- LIMA, J. G. G. **Ocorrência e gênese de derrame alterado sob rocha sã no Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC).** 2013. 165f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2013.
- MAACK, R. Breves notícias sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 2, p. 63-154, 1947.
- NARDY, et al. Geologia e Estratigrafia da Formação Serra Geral. **Geociências**, São Paulo, v. 21, n. 1/2. p. 15-32. 2002.
- NARDY, A. J. R.; MACHADO, F. B. OLIVEIRA, M. A. F. As rochas vulcânicas mesozóicas ácidas da Bacia do Paraná litoestratigrafia e considerações geoquímico-estratigráficas. **Geociências**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 178-195, 2008.
- O'LEARY, D. W.; FRIEDMAN, D. D.; POHN, A. A. Lineament, linear, lineation: some proposed new standards for old terms. *Bull Geological Society of America*, New York, v. 87, p. 1207-1248, 1976.

PAISANI, J. C.; PONTELLI, M. E.; ANDRES, J.; PASA, V.; MARINHO, F. R. Características geológicas da Formação Serra Geral na área drenada pelo Rio Marrecas (SW Paraná): fundamentos para a análise geomorfológica. **Revista de Geografia**. Londrina, v.17, n.2, p.49-65, 2008.

PAISANI, J. C. et al. Resultados preliminares da caracterização de seção pedoestratigráfica em Palmas / PR. In: Simpósio Paranaense de Pós-Graduação em Geografia / Simpgeo, 4, 2009, Marechal Candido Rondon. **Anais...**, Marechal Candido Rondon: SIMPGEO, 2009, 10p.

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, 2012.

PAIVA FILHO, A. **Estratigrafia e tectônica do nível de riodacitos pórfiros da Formação Serra Geral**. 2000. 185 p. Tese (Doutorado em Geociências) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro, 2000. 185 p.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notícia Geomorfológica**. Rio Claro, n. 16, v. 32, p. 71-104, 1976.

STRAHLER, A. N. **Geología física**. 1. ed. Barcelona: Ediciones Omega S. A., 1987, 629 p.

VARGAS, K. B. **Caracterização morfoestrutural e evolução da paisagem na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Água das Antas – PR**. 2012. 98 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2012.

VOLKMER, S. **Mineralogia e morfologia de coberturas de alteração desenvolvidas em rochas vulcânicas ácidas: os exemplos de Palmas e Pinhão, PR**. 1999. 189 p. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.

VOLKMER, S.; FORTES, E. Análise preliminar da Geomorfologia dos terrenos vulcânicos da Região Oeste do Estado do Paraná. In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 10, 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Revista do Departamento de Geografia, 2003. p. 2105-2012.

Recebido em 20/12/2013

Aceito em 15/10/2014