

CONTROLE DE FRATURAS NA ORGANIZAÇÃO DA DRENAGEM DA BACIA DO RIO QUATORZE SUDOESTE DO PARANÁ

Marga Eliz Pontelli

Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNIOESTE. Membro do Grupo de Pesquisa Gênese e Evolução de Superfícies Geomórficas e Formações Superficiais. Rua Maringá, 1200, Francisco Beltrão (PR), CEP 85.605.010. mepontelli@hotmail.com

Julio Cesar Paisani

Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNIOESTE. Membro do Grupo de Pesquisa Gênese e Evolução de Superfícies Geomórficas e Formações Superficiais. Rua Maringá, 1200, Francisco Beltrão (PR), CEP 85.605.010. juliopaisani@hotmail.com

Resumo: Apresentam-se resultados da análise do controle de fraturas na organização da drenagem da Bacia do Rio Quatorze, região sudoeste do Paraná. Utilizou-se o método de comparação de alinhamento dos principais canais com mapeamento de fraturas, elaborado através da individualização de lineamentos e correlação qualitativa entre orientação de fraturas e a orientação dos segmentos de canais por ordem hierárquica. Constata-se que a rede de drenagem da área é controlada pela principal família de fraturas dos derrames vulcânicos, com direção geral NW. Registra-se maior controle das fraturas na orientação de canais de drenagem acima a 2ª ordem.

Palavras-chave: orientação de fraturas; alinhamento de canais; Bacia do Rio Quatorze; Sudoeste do Paraná.

abstract: It's presented results of control analysis of fractures in the organization of the drainage of Rio Quatorze drainage basin, Southwest of Paraná. It has been used the alignment comparison method of the main canals with fractures mapping, manufactured through the individualization of canals alignment and qualitative correlation between fracture orientation and the segment orientation of canals in hierarchic order. It was observed that the drainage net of the area is controlled by the main fracture family of the volcanic lava flow, with general direction NW. It is register a bigger control of the fractures in the orientation of drainage canals above the second order.

Keywords: fractures orientation; canals alignment; Rio Quatorze drainage basin; South west of Paraná.

INTRODUÇÃO

O grupo de pesquisa “Gênese e Evolução de Superfícies Geomórficas e Formações Superficiais”, formado na UNIOESTE e cadastrado no CNPq, vem levantando informações a respeito das formas de relevo encontradas na paisagem da região sudoeste do Paraná, tendo como área-piloto as bacias integrantes do sistema hidrográfico do Rio Marrecas. Sabe-se que a paisagem representa o resultado de sucessivos estágios evolutivos, cuja influência de processos geotectônicos e de agentes exogenéticos pode variar ao longo do tempo (Scheidegger, 1986). Historicamente, a influência da estrutura geológica na evolução das formas de relevo do Estado do Paraná tem recebido pouca atenção, destacam-se os trabalhos de Salamuni et al. (2004) e Fortes et al. (2005). Verifica-se maior ênfase aos processos e registros morfoclimáticos (ex. Bigarella & Andrade, 1965; Maack, 1981; Paisani & Oliveira, 1998; Bigarella et al., 2003; Camargo & Camargo Filho, 2005).

Apesar de importantes informações terem sido reveladas a respeito do registro morfoclimático, a estrutura geológica pode estar condicionando, com diferentes graus de influência, a evolução das paisagens do Estado do Paraná. Análises de imagens obtidas por satélite, radar e fotografias aéreas registram inúmeros lineamentos estruturais que, por vezes, condicionam grandes sistemas de drenagem regionais (ex. Soares, 1991; Rostirolla et al., 2000; Artur & Soares, 2002). No caso do Sudoeste do Paraná, percebe-se que os principais rios, Chopim, Marrecas e Capanema, apesar de desenvolverem sinuosidades, têm seus cursos em direções bem definidas, coincidentes ora com o sistema de fraturas regional ora com estruturas de falhas antigas (Volkmer & Ribeiro, 2004; Paisani et al. 2005).

Em escala de maior detalhe, pouco se sabe sobre a influência da estrutura geológica, sobretudo falhas, na organização da rede de drenagem. O presente artigo verifica se as fraturas controlam a organização da rede de drenagem da Bacia do Rio Quatorze, área-piloto de nossos estudos geomorfológicos.

ÁREA DE ESTUDA

A Bacia do Rio Quatorze drena a margem esquerda do Rio Marrecas, em seu médio curso, e exibe 112,75 Km² de área (Figura 1). A altitude máxima é de 930 m, no divisor leste da bacia, enquanto a altitude mínima aproxima-se de 570 m, junto à confluência do Rio Quatorze com o Rio

Marrecas. A geologia da área compreende rochas vulcânicas da Formação Serra Geral que dominam no Terceiro Planalto Paranaense (Figura 1), predominando básicas a intermediárias (Nardy et al., 1993). Suas unidades litológicas não estão caracterizadas em escala de detalhe. Na bacia hidrográfica do Rio Marrecas, levantamento dos derrames vulcânicos revelou unidades básicas e ácidas dos derrames, com predomínio da primeira (Paisani et al., 2008 a).



Figura 1 – Unidades Fisiográficas do Paraná e o Sistema Hidrográfico do Rio Marrecas com a localização da Bacia do Rio Quatorze. (1) Rio Marrecas. (a) Serra do Mar/Litoral. (b) Primeiro Planalto. (c) Segundo Planalto. (d) Terceiro Planalto (Paisani et al., 2006).

A erosão diferencial, causada pelas variações estruturais ou litológicas dos derrames vulcânicos, pode ser responsável pelo escalonamento do relevo em patamares na área de estudo (Prado & Pontelli, 2004; Paisani et al., 2008 b). Outras feições geomorfológicas, tais como: alvéolos, depressões fechadas e cabeceiras de drenagem compõem a paisagem geomorfológica da bacia do rio Quatorze (Geremia et al., 2004; Geremia & Paisani, 2005 a).

A área ainda carece de informações climáticas na escala da bacia hidrográfica. Em escala regional se insere na zona climática subtropical

mesotérmica úmida que se estende pela maior parte do sudoeste do Paraná (Martins, 2003).

METODOLOGIA

A verificação de controle de fraturas na organização da rede de drenagem pode ser feita de três maneiras: 1) identificação de padrões de drenagem (Petri, 1972; Strahler, 1987; Bigarella et al., 2003); 2) comparação de alinhamento dos principais canais de drenagem com mapa de fraturas, elaborado através da individualização de lineamentos (Petri, 1972; Alves & Castro, 2003; Ericson et al. 2005); e 3) correlação qualitativa entre orientação das fraturas mensuradas em campo, com a orientação dos segmentos de canais por ordem hierárquica (ex. Lima, 1999). Como o primeiro procedimento é recomendado para análise da organização da rede de drenagem em escala regional, para a Bacia do Rio Quatorze empregaram-se, simultaneamente, os outros dois métodos.

Os lineamentos foram individualizados sobre 18 pares de fotografias aéreas escala 1:25.000, da década de 1980, e sobre carta topográfica SG 22-Y-A-II-2, escala 1:50.000, disponíveis no Lab. de Cartografia e Fotointerpretação da UNIOESTE, Campus Francisco Beltrão. Procedeu-se a hierarquização da rede de drenagem conforme Strahler (1987), na versão digital do Mapa Hidrográfico da Bacia do Rio Quatorze, escala 1:24.000, gerado por Geremia & Paisani (2005 b). Estabeleceu-se a orientação dos lineamentos (azimutes) e dos canais de drenagem por ordem hierárquica, utilizando-se de ferramentas do Corel Draw 10, utilizando-se do Lab. de Geoprocessamento da UNIOESTE, Campus Francisco Beltrão.

Mensurou-se, em campo, 174 fraturas ao longo do leito do Rio Quatorze e cortes de estradas rurais. As orientações foram plotadas no clássico diagrama de rosetas, delimitando o hemisfério norte e semicírculo máximo de 18%.

Enfim, para verificar a influência da estrutura geológica na organização da rede de drenagem comparou-se a direção das fraturas com a orientação dos lineamentos, anomalia dos canais de drenagem principais e dos segmentos de drenagem de ordem hierárquica inferior.

RESULTADOS

LINEAMENTOS E ANOMALIAS NOS CANAIS PRINCIPAIS *VERSUS* FRATURAS

O levantamento dos lineamentos da área de estudo foi feito previamente por Paisani et al. (2005). Os autores identificaram um total de 47 lineamentos na Bacia do Rio Quatorze, cuja maioria foi observado principalmente sobre a carta topográfica. Os lineamentos geralmente controlam a disposição dos canais, como verificado em anomalias no traçado dos cursos. É o caso dos canais dos rios Quatorze e Lajeado Grande, cujos cursos, por vezes, alinham-se na direção N 60 e 68° E. Outra situação de controle na disposição dos canais é registrada pelos inúmeros alinhamentos de tributários que escoam diretamente para o Rio Quatorze (Figura 2).



Figura 2 – Mapa de Lineamentos da Bacia do Rio Quatorze. (1) Quatorze. (2) Lajeado Grande. (3) Arroio Casa Blanca. (4) Córrego Serraria. (5) Córrego dos Mouros. (6) Rio Marrecas. (7) Açude. (8) Drenagem. (9) Divisor d'água. (10) Lineamentos. (11) Falha. (12) Falha provável (Paisani et al., 2005).

Ao longo da extensão do Arroio Casa Blanca, alto curso do Rio Quatorze, individualizou-se lineamento na direção N 34° W (Figura 2).

Pelo critério geomorfológico de paralelismo de drenagem desaguando para um tronco principal perpendicular, cujos interflúvios exibem remanescentes de facetas triangulares, constata-se que o lineamento foi gerado por falha normal, cujo bloco soerguido foi dissecado pelos córregos Serraria, dos Mouros e pelo Rio Quatorze. Outros três lineamentos individualizados em direção ao baixo curso do Rio Quatorze, com orientações entre N 38° W e N 09° W, podem corresponder a falhas (Figura 2). No geral, a maioria dos lineamentos está orientada para o quadrante NW (60%), com destaque para as direções: 20 e 30°, 40 e 50°, 50 e 60° e 60 e 70° (Figura 3 a). Dessas, registra-se como classe modal a direção N 40 e 50° W.

As fraturas dos derrames vulcânicos, além de exibirem orientação predominante para o quadrante NW (64%), também têm classe modal na direção N 40 e 50 W (Figura 3 a). Registra-se expressivo número de fraturas na direção N 30 e 40° W (Figura 3 a), orientação onde se identificou falha normal ao longo da extensão do Arroio Casa Blanca. Nesta direção, bem como na direção N 40 e 50° W, registra-se a maior densidade de fraturas levantadas em campo, cerca de 8 fraturas por metro quadrado. Não se verifica expressiva orientação de fraturas na direção N 60 e 70° E, direção onde se observa, por vezes, o alinhamento dos cursos dos rios Quatorze e Lajeado Grande.

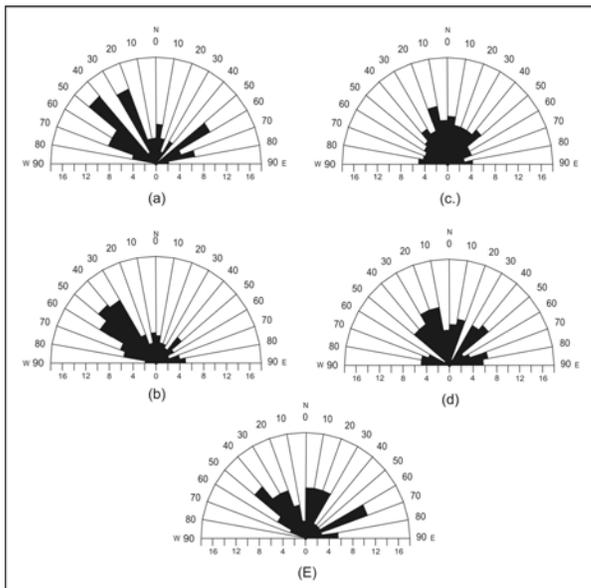


FIGURA 3 – Diagramas de roseta exibindo orientações (azimutes) de lineamentos (a), fraturas (b), canais de 1ª ordem (c), canais de 2ª ordem (d) e canais de 3ª, 4ª e 5ª ordens (e).

As direções dos alinhamentos dos rios Quatorze e Lajeado Grande devem estar sendo controladas pela inclinação dos planos de contatos entre derrames na direção NE, como sugerido por Paisani *et al* (2005), pois não apresentam relação com a orientação preferencial dos lineamentos e fraturas levantados na Bacia do Rio Quatorze.

ORIENTAÇÃO DOS SEGMENTOS DE CANAIS *VERSUS* DIREÇÃO DAS FRATURAS

Os canais de drenagem de 1ª ordem identificados no mapa hidrográfico totalizaram 419 e correspondem tanto a canais intermitentes quanto perenes. Comparando a orientação dos canais de 1ª ordem com a orientação das fraturas (Figura 3 b, c), nota-se que no quadrante NW não há relação entre ambas, pois as fraturas predominam entre as orientações 31 e 60º NW. Enquanto no quadrante NE registra-se relação entre a orientação dos canais de 1ª ordem e as fraturas das classes modais 0 a 10º e 41 a 50º, com destaque para esta última orientação. O percentual desta última representa apenas 14% dos canais encontrados com orientação no quadrante NW, sugerindo que a estrutura geológica, no caso as fraturas, exerce pouca influência na disposição dos canais de 1ª ordem.

Os canais de drenagem de 2ª ordem totalizam 111 e correspondem a cursos perenes. Observando o diagrama de rosetas contendo a orientação dos canais de 2ª ordem (Figura 3d), verificam-se três classes modais: 11 a 30º NW (18%), 31 a 50º NW (15%) e 41 a 50º NE (8%). Comparando a orientação dos canais de 2ª ordem com a orientação das fraturas levantadas em campo (Figura 3 d, b), percebe-se que a segunda classe modal da orientação dos canais coincide com a direção da maioria das fraturas, 31 a 50º NW. Isso sugere que a maioria dos canais de 2ª ordem são controlados pela principal família de fraturas registradas em campo.

Os segmentos de canais de 3ª, 4ª e 5ª ordens totalizaram 35 e foram analisados em conjunto. O diagrama de roseta, contendo a orientação dos segmentos de canais dessas ordens hierárquicas, mostra que há uma grande família com orientação entre 21 e 50º NW (28%), com classe modal entre 41 e 50º (11%) (Figura 3 e). Comparando essas orientações com aquelas das fraturas (Figura 3 e, b), nota-se relação entre ambas na classe modal 41 e 50º NW. Esse resultado sugere que quase 1/3 dos segmentos de canais nessas ordens hierárquicas estão sendo controlados pela família de fraturas predominantes na área de estudo.

CONCLUSÕES

A comparação de alinhamento dos principais canais com mapeamento de fraturas, elaborado através da individualização de lineamentos, mostrou que a rede de drenagem da Bacia do Rio Quatorze é controlada pela principal família de fraturas dos derrames vulcânicos. A correlação qualitativa entre orientação das fraturas mensuradas em campo, com a orientação dos segmentos de canais por ordem hierárquica também expressa a influência das fraturas na orientação dos segmentos de canais, sobretudo àqueles de ordem hierárquica superior ao de 1ª ordem. Em geral, as fraturas na direção NW são as principais responsáveis pela disposição dos canais da rede de drenagem da Bacia do Rio Quatorze.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J.M.P.; CASTRO, P.T.A. Influência de feições geomorfológicas na morfologia da Bacia do Rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, v.33, n.2, p.117-124, 2003.
- ARTUR, P.C.; SOARES, P.C. Paleoestruturas e petróleo na Bacia do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v.32, n. 4, p. 433-448, 2002.
- BIGARELLA, J.J. ; ANDRADE, G.O. Contribution to the study of the Brazilian Quaternary. **Geo. Soc. Amer**, Spec. Paper, v. 84, p.433-451, 1965.
- BIGARELLA, J.J.; PASSOS, E.; HERRMANN, M.L.P.; SANTOS, G.F.; MENDONÇA, M. ; SALAMUNI, E.; SUGUIO, K. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis, Editora da UFSC, v.3, p.883-1436, 2003.
- CAMARGO, G.; CAMARGO FILHO, M. Aplicação da estratigrafia e da análise de estruturas de detalhe à interpretação de eventos deposicionais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, CDRoom, 2005.
- ERICSON, K.; MIGON, P.; OLMO, M. Fractures and drainage in the granite moutainous área – a study from Sierra Nevada, USA. **Geomorphology**, v. 64, n. 1-2, p. 97-116, 2005.
- FORTES, E.; STEVAUX, J.C.; VOLKMER, S. Neotectonics and channel evolution of the Lower Ivinhema River: a right-bank tributary of the upper Paraná River, Brazil. **Geomorphology**, v. 70, p.325-338, 2005.

GEREMIA, F.; PAISANI, J.C. **Mapa Morfoescultural da bacia do Rio Quatorze**. Francisco Beltrão, UNIOESTE, 2005a. 1 mapa, color., 118,9 cm x 84,1 cm. Escala 1:24.000.

GEREMIA, F.; PAISANI, J.C. **Mapa hidrográfico da bacia do Rio Quatorze**. Francisco Beltrão, UNIOESTE, 2005b. 1 mapa, color., 118,9 cm x 84,1 cm. Escala 1:24.000.

GEREMIA, F.; PAISANI, J.C.; PONTELLI, M.E. Feições geomorfológicas na bacia do Rio Quatorze. In: ENCONTRO DE GEOGRAFIA, 9, ENCONTRO DE GEOGRAFIA DO SUDOESTE DO PARANÁ, 3, 2004, Francisco Beltrão. **Anais...** Francisco Beltrão: UNIOESTE, p.285-288, 2004.

LIMA, A.G. (1999). Orientações de canais na Bacia do Rio das Pedras (Guarapuava-PR). **Geociências**, 18 (2): 245-260.

MAACK, R. **Geografia Física do Paraná**. Rio de Janeiro, Editora L.J. Olympio, 442p., 1981.

MARTINS, G. Caracterização climática do sudoeste do Paraná segundo Maack. In: ENCONTRO DE GEOGRAFIA, 8, ENCONTRO DE GEOGRAFIA DO SUDOESTE DO PARANÁ, 2, 2003, Francisco Beltrão. **Anais...** Francisco Beltrão: UNIOESTE, p.29-31, 2003.

NARDY, A.J.R. ; PICCIRILLO, E.M. ; COMIN-CHIARAMONTI, P. ; MELFI, A.J. ; BELLINI, G. ; OLIVEIRA, M.A.F. Caracterização litoquímica e aspectos petrológicos de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral: região centro-sul do Estado do Paraná. **Geociências**, v. 12, n. 2, p.275-313, 1993.

PAISANI, J.C. ; OLIVEIRA, M.A.T. Identificação de paleossolos em áreas de cabeceira de drenagem: o caso da Colônia Quero-Quero, Palemira (PR). **Revista Geosul**, v. 14, n. 27, p. 470-475, 1998.

PAISANI, J.C. ; PONTELLI, M.E. ; GEREMIA, F. ; FORTES, J.A.E. Análise de Lineamentos Geomorfológicos na Bacia do Rio Quatorze – Sudoeste do Paraná. **Varia Scientia**, v.5, p.65-74, 2005.

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. **RA'EGA**, v.12, p. 211-219, 2006.

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. **Geografia**, UEL, v.17, n.2, 2008 a, no prelo.

PAISANI, J.C.; PONTELLI, M.E; PASA, V.; ANDRES, J. Verificação da Influência da Sequência de Derrames Vulcânicos da Formação Serra Geral na Ocorrência de Patamares na Área Drenada pelo Rio Marrecas – SW PR, SIMPÓSIO NACIONAL

DE GEOMORFOLOGIA, 7, ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 2, 2008b, Belo Horizonte, **Anais ...**, Belo Horizonte, 2008 b, CD-Rom, 10p.

PETRI, S. Aerogeologia. In: **Estratigrafia e sedimentologia, geologia estrutural e aerofotogeologia**, Mendes, J.C.; Bigarella, J.J.; Salamuni, R. (Orgs). Instituto Nacional do Livro. Brasília, p. 1-49, 1972.

PRADO, E.C.B.; PONTELLI, M.E. Mapeamento geomorfológico das unidades de relevo na bacia do Rio Quatorze – Francisco Beltrão (PR). In: ENCONTRO DE GEOGRAFIA, 9, ENCONTRO DE GEOGRAFIA DO SUDOESTE DO PARANÁ, 3, 2004, Francisco Beltrão. **Anais...** Francisco Beltrão: UNIOESTE, p.282-285, 2004.

ROSTIROLLA, S.P.; ASSINE, M.L.; FERNANDES, L.A.; ARTUR, P.C. Reativação de paleolineamentos durante a evolução da Bacia do Paraná – o exemplo do Alto Estrutural de Quatingá. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 4, 639-648, 2000.

SALAMUNI, E.; EBERT, H.D.; HASUI, Y. Morfotectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n. 4, p. 469-478, 2004.

SCHEIDEGGER, A.E. Tectonic processes and geomorphological design. **Tectonophysics**, n.126, p. 285-300, 1986.

SOARES, P.C. **Tectônica sinsedimentar na Bacia do Paraná – controles**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 131 p., 1991.

STRAHLER, A.N. **Geologia física**. Barcelona, Omega, 629p, 1987.

VOLKMER, S.; RIBEIRO, E.M. Análise geomorfológica preliminar do planalto de Palmas na região homônima. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 5, E ENCONTRO SUL-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 1, 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, CDRoom, 2004.