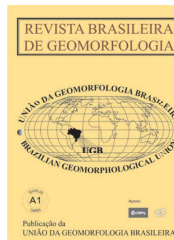


www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 18, nº 1 (2017)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i1.1144>



ANÁLISE DE PADRÕES E DE ANOMALIAS DE DRENAGEM DA PORÇÃO MÉDIA DA BACIA DO RIO TIBAGI (PR)

ANALYSIS OF PATTERNS AND DRAINAGE FAULTS IN THE MIDDLE PORTION OF THE TIBAGI RIVER BASIN (PR)

Idjarrury Gomes Firmino

*Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790, Maringá, Paraná, CEP 87.020-900, Brasil
Email: id_gf@hotmail.com*

Edvard Elias de Souza Filho

*Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790, Maringá, Paraná, CEP 87.020-900, Brasil
Email: eesfilho@uem.br*

Informações sobre o Artigo

Recebido (Received):
16/09/2016
Aceito (Accepted):
16/01/2017

Palavras-chave:

Arco de Ponta Grossa; Zona de Falha Curitiba-Maringá; Neotectônica.

Keywords:

Ponta Grossa Arch; Curitiba-Maringá Fault Zone; Neotectonics.

Resumo:

A porção média da bacia do rio Tibagi está localizada entre os municípios de Tibagi (PR) e Telêmaco Borba (PR). A região compreende a borda planáltica da Bacia Sedimentar do Paraná e é o local por onde se projeta parte do eixo do Arco de Ponta Grossa. O objetivo principal desta pesquisa é a análise dos tipos de padrões e a identificação de anomalias de drenagem e de seus significados. A análise da rede de drenagem desta área permitiu identificar um predomínio de 68% do padrão treliça e subtipos, o que sugere que os rios possuem um forte controle estrutural por parte das falhas da Zona de Falha Curitiba-Maringá, alinhadas no sentido NW-SE e um sistema secundário de falhas e juntas no sentido NE-SW. A baixa sinuosidade para rios de primeira e segunda ordem, a angularidade média da rede de canais (maioria 90°), o predomínio de lineações e a tropia bidirecional também são fortes indicativos deste tipo de controle. A densidade de drenagem maior para as vertentes dos canais principais sugere um aprofundamento das vertentes em um processo de ascensão. As anomalias de drenagem identificadas (inflexões, alinhamentos, curvas fluviais comprimidas, planícies e terraços assimétricos) estão relacionadas ao cruzamento de segmentos retilíneos e aos diques de diabásio. A análise da rede e de suas propriedades também permitiu setorizar áreas com controles distintos, como no reverso da escarpa, onde predomina o controle da atitude das camadas da Formação Furnas e da reentrância do Arco de Ponta Grossa.

Abstract:

The middle portion of the Tibagi river basin is located between the municipalities of Tibagi (PR) and Telêmaco Borba (PR). The region includes a plateau edge of the Paraná Sedimentary Basin and is the place where part of the axis of the Ponta Grossa Arch is projected. The main objective of this research is an analysis of the types of standards and an identification of drainage anomalies and their meanings. The analysis of the drainage system in this area has identified a prevalence of 68% of the lattice pattern and subtypes, suggesting that the rivers have a strong structural control by the Fault Zone Curitiba -Maringa, aligned in a NW-SE direction and a secondary system of faults and joints in a NE-SW direction. Low sinuosity for first and second-order streams, the average angularity of the channel network (most 90°), the predominance of lineations and bidirectional entropy are also strong indications of this type of control. A larger drainage density for the main channels strand suggests a deepening of the strands in an ascension process. The drainage faults identified (inflections, alignments, compressed river curves, plains and asymmetric terraces) are related to the intersection of rectilinear segments and diabase dikes. The analysis of the network and its properties also allowed sectorize areas with different controls, such as the back of the escarpment, where predominated the control of the layers of Furnas Formation and the hollow of Ponta Grossa Arch.

1. Introdução

Uma das formas de compreender a estrutura geológica e as variações no estilo estrutural de uma determinada região se dá pela análise do padrão da rede de drenagem (HORTON, 1945; STRAHLER, 1952 a, b; HOWARD, 1967; DEFFONTAINES; CHOROWICZ, 1991). Os rios principais e seus diversos tributários tendem a fluir de acordo com a composição litológica e o arcabouço estrutural do substrato. Seus tipos de canais, direções, ramificações, sinuosidades, dentre outros aspectos, são influenciados pela declividade e pelo tipo de terreno por onde estes rios fluem.

Os rios também podem fornecer informações a respeito do controle tectônico de uma determinada região. Para Howard (1967), uma anomalia de drenagem constitui um desvio local, em algum lugar, da drenagem regional e/ou padrão de drenagem, tendo por base sua estrutura regional e/ou topografia. Estas anomalias são analisadas na escala de intervalos fluviais e são consideradas aquelas que destoam totalmente do arranjo geral do rio. Rupturas de perfis longitudinais dos canais, curvaturas anômalas, meandros isolados, cotovelos, alvéolos, capturas de drenagem, bacias suspensas, dentre outras formas, são fortes indicativos de neotectônica, caso não tenham relação com estruturas ou contatos litológicos.

No estado do Paraná, a análise de padrões e anomalias de drenagem foi utilizada como subsídio para identificar possíveis evidências de atividades neotectônicas em território intraplaca, como nos trabalhos de Salamuni *et al* (2004), na Bacia de Curitiba; por Nascimento *et al* (2013), na Serra do Mar; por Couto *et al* (2011) e Camolezi (2013) na região do município de Faxinal (PR); por Vargas (2012),

na bacia do ribeirão Água das Antas, por Souza Junior *et al* (2013), no curso inferior do rio Ivaí, entre outros.

A porção média da bacia do rio Tibagi engloba a área territorial dos municípios de Tibagi e Telêmaco Borba (PR), no eixo do Arco de Ponta Grossa. No período Jurássico, este foi o centro de uma das maiores atividades vulcanofissurais da América do Sul e atualmente se constitui em uma área estabilizada, mas com registros de atividades sísmicas e formas de relevo que sugerem um processo tectônico ainda ativo.

O objetivo desta pesquisa é analisar os tipos de padrões e de anomalias de drenagem da porção média da bacia do rio Tibagi como subsídio para compreender a evolução estrutural e tectônica desta área.

2. Localização e Caracterização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Tibagi pertence à macro bacia do rio Paraná e é afluente do rio Paranapanema. Possui área de aproximadamente 24.712km², o que corresponde a cerca de 13% da superfície do estado do Paraná (MEDRI *et al*, 2002), valor que lhe garante o posto de terceira maior bacia hidrográfica do estado, abaixo apenas das bacias dos rios Ivaí e Iguaçu.

A porção média desta bacia está localizada na região geográfica Centro Oriental do Paraná, mais precisamente entre os municípios de Tibagi e Telêmaco Borba (PR) (Figura 1). Ocupa uma área situada próxima ao eixo do Arco de Ponta Grossa na borda planáltica da Bacia Sedimentar do Paraná, sobre substrato composto por rochas dos Grupos Paraná (SD) e Itararé (PC), cortados por diques da Formação Serra Geral (JK), do Grupo São Bento (Figura 2).

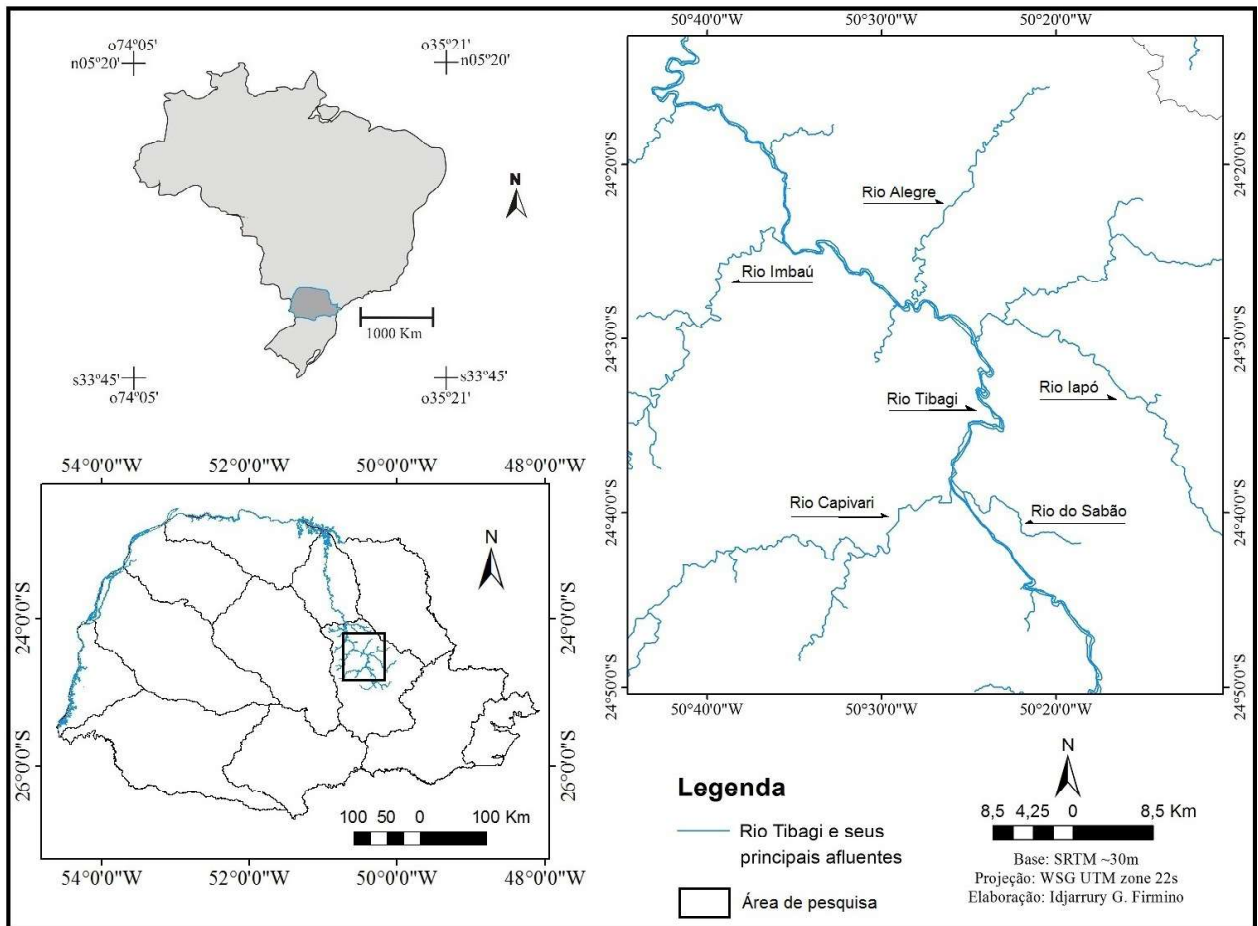


Figura 1 - Localização da área de estudo em relação às principais bacias hidrográficas do estado do Paraná

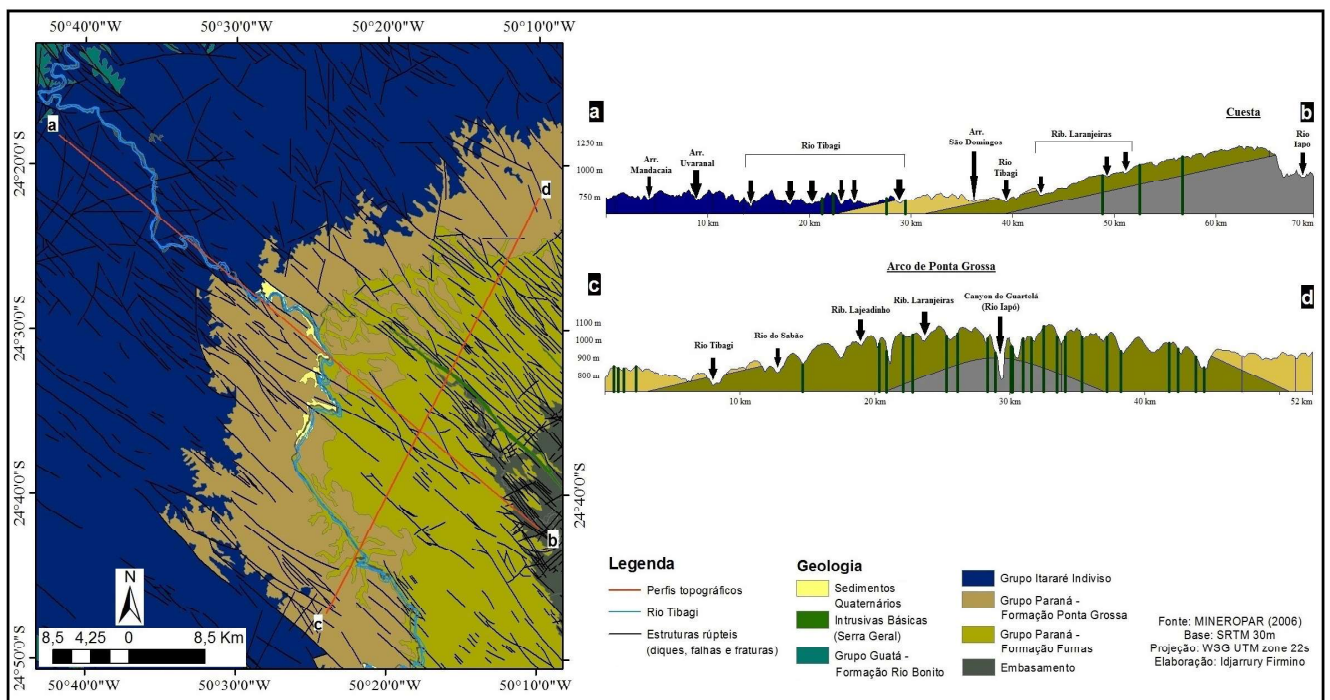


Figura 2 - Mapa geológico e seções geológicas da área de estudo

O Arco de Ponta Grossa possui eixo com mergulho para NW, é delimitado a nordeste pela Zona de Falha de São Jerônimo Curiúva e a sudoeste pela Zona de Falha do Rio Alonzo (FERREIRA, 1982; RAPOSO, 1995). Ao longo da megaestrutura ocorre um enxame de diques de diabásio, resultantes do magmatismo básico ocorrido no Juro-Cretáceo, durante a Reativação Wealdeniana (ALMEIDA, 1967).

O Grupo Paraná ocorre na parte sudeste da bacia, onde ocorrem os arenitos e conglomerados da Formação Furnas (SD) e os folhelhos e siltitos da Formação Ponta Grossa (D), enquanto os diamictitos, arenitos e lamitos do Grupo Itararé ocupam a sua parte noroeste (Figura 2). O rio Tibagi adentra a área de estudo pelo flanco sudoeste do Arco de Ponta Grossa, onde as rochas possuem ligeiro mergulho para SW e mais a noroeste ocupa o eixo do arco, onde o acamamento apresenta baixo mergulho para NW (Figura 2).

O substrato é cortado pelo conjunto de falhas, fraturas e diques de diabásio dispostos a SE-NW da Zona de Falha Curitiba-Maringá (ZALÁN *et al.*, 1990). Suas falhas definem vários blocos estruturais com blocos baixos na direção do eixo do Arco de Ponta Grossa.

A área de estudo também está situada no Segundo Planalto do Paraná (MAACK, 1981), em sua maior parte no reverso da cuesta sustentada pelos arenitos da Formação Furnas e inclui parte dela. O relevo é mais movimentado e com maiores altitudes na porção sudeste da área, onde a cuesta muda seu alinhamento de SSE a NNW para ESE a WNW. A porção situada no reverso possui relevo dominado por colinas de topo plano e por cristas orientadas de SE a NW. As colinas são sustentadas pelas rochas sedimentares e as cristas são mantidas pelos diques básicos da Formação Serra Geral.

3. Materiais e Métodos

O primeiro passo para a realização do trabalho foi dado a partir da extração da rede de drenagem a partir dos dados altimétricos da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) por meio da utilização dos *softwares* Global Mapper 15 e ArcMap 10.1. Para isso foi utilizado o modelo digital de elevação (MDE) do quadrante 25S51W, com resolução aproximada de 30 m, obtido junto ao USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

A extração foi realizada por meio da ferramenta Hydrology<Spatial Analyst Tools a partir dos rios de primeira ordem e passou por verificação manual por

meio da comparação com as cartas topográficas disponíveis para a área de estudo. No caso foram utilizadas as cartas 1:50.000 de Caetano Mendes (SG.22XAIIV2), Tibagi (SG.22XAV1), Telêmaco Borba (SG.22XAI4) e Rincão da Ponte (SG.22XAI3), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro, disponíveis no *site* <http://www.itcg.pr.gov.br/>. Tal verificação também fez uso de imagens CBERS 2/CCD e CBERS 2B/HRC, obtidas junto ao Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), no *site* http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/index_pt.php.

A análise da rede de drenagem foi realizada por meio da classificação dos seus padrões, pela caracterização das suas propriedades e por meio da identificação das anomalias do canal principal. A classificação da rede de drenagem teve como base os padrões definidos por Howard (1967) e seus subtipos. As propriedades da rede foram levantadas a partir dos critérios de Soares e Fiori (1976), considerando-se a densidade, a sinuosidade, a angularidade, a tropia e as lineações (e alinhamentos). Por fim, as anomalias de drenagem foram identificadas e classificadas de acordo com os critérios de Howard (*op. cit.*), que destacou os trechos retos, as curvaturas ou inflexões, a ocorrência de planícies fluviais e de terraços desparelhados, entre outras. Os trechos retos foram abordados dentro do conjunto de lineações e alinhamentos definidos por Soares & Fiori (1976), pois possuem o mesmo significado.

4. Resultados e Discussão

A extração da rede de drenagem permitiu a identificação de 5 diferentes padrões: treliça a subtreliça, subdendrítico, paralelo, subtreliça a radial e subtreliça junta (Figura 3). No geral, o padrão em treliça foi o predominante, englobando até 68% da área analisada (Gráfico 1). Este padrão fica evidente ao ser analisado para a rede de canais de 2ª e 3ª ordens, que se orientam no sentido NW-SE e em sua maioria são canais obsequentes e ressequentes que se conectam aos tributários principais do rio Tibagi.

O padrão em treliça pôde ser dividido em três áreas distintas, sendo que, 48% de sua ocorrência foi classificada como sendo um padrão em treliça típico a subtreliça, com algumas áreas ocasionais onde se pôde verificar outros padrões modificados deste tipo de rede de drenagem, 13% de sua ocorrência como sendo sub-

treliça a radial e 7% como treliça junta.

A área de ocorrência do padrão em treliça a subtreliça coincide com as áreas de afloramento do Grupo Itararé e em partes da área da Formação Ponta Grossa (Figura 3). O padrão subtreliça a radial foi identificado ao longo da área de ocorrência da Formação Furnas e em pequenas áreas de afloramento da Formação Ponta Grossa, demarcando o flanco esquerdo do eixo do arqueamento. Por sua vez, o padrão treliça junta foi identificado principalmente ao longo do reverso da escarpa, área de ocorrência da Formação Furnas, e em partes restritas de afloramentos do embasamento cristalino, na base do *canyon* do Guartelá. O amplo domínio dos subtipos do padrão treliça (68%) é uma indicação preliminar de que a rede de drenagem possui forte controle estrutural.

Os outros dois padrões identificados se distinguem em muito deste arranjo geral. Um possível padrão de rede de drenagem subdendrítico ocorre na parte sudoeste da área do quadrante, correspondendo a 28% da área total analisada, nas áreas de ocorrência das rochas do Grupo Itararé e da Formação Ponta Grossa. Além dele, o padrão paralelo com rios correndo rumo a NW pode ser caracterizado em 4% da área de estudo, na porção situada a NE do eixo do arco de Ponta Grossa, onde as rochas da Formação Furnas possuem mergulho para NW.

As áreas de ocorrência do padrão subdendrítico (Figura 3) indicam menor grau de controle estrutural, embora ele ainda continue presente, levando-se em conta que os canais de 1ª e 2ª ordem possuem direção preferencial a NW-SE, a mesma da Zona de Falha Curitiba-Maringá e NE-SW.

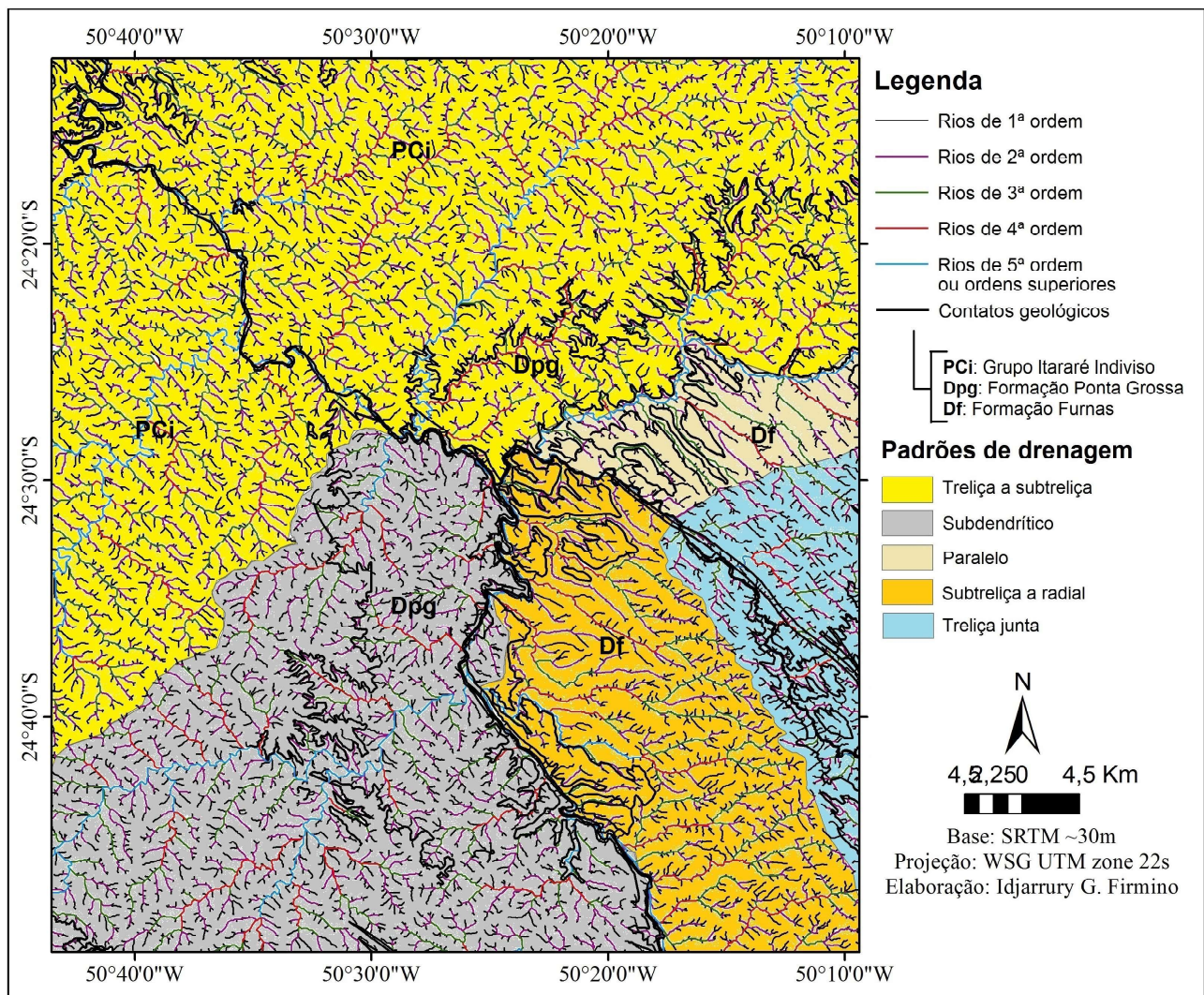
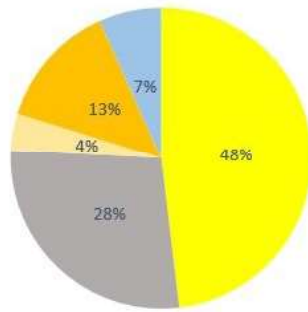


Figura 3 - Rede de canais fluviais e área de ocorrência dos diferentes padrões de drenagem

Padrões de Drenagem



■ Treliça a Subtreliça ■ Subdendrítico ■ Paralelo ■ Subtreliça a radial ■ Treliça junta

Gráfico 1 - Gráfico da representação em porcentagem da área de ocorrência dos diferentes padrões de drenagem

A rede de canais de padrão paralelo pode ser resultado do controle efetuado pela atitude dos arenitos da Formação Furnas, embora possa também ser consequência do controle das falhas NW-SE. Neste sentido, ao ser observado a disposição dos canais paralelos e a dos canais com

padrão subtreliça a radial, há indicação de que ambos os conjuntos tenham sofrido controle da atitude, pois o sentido de fluxo dos canais mais longos acompanha a variação do rumo das camadas da Formação Furnas (Figura 4), permitindo classificar tais cursos fluviais como ressequentes.

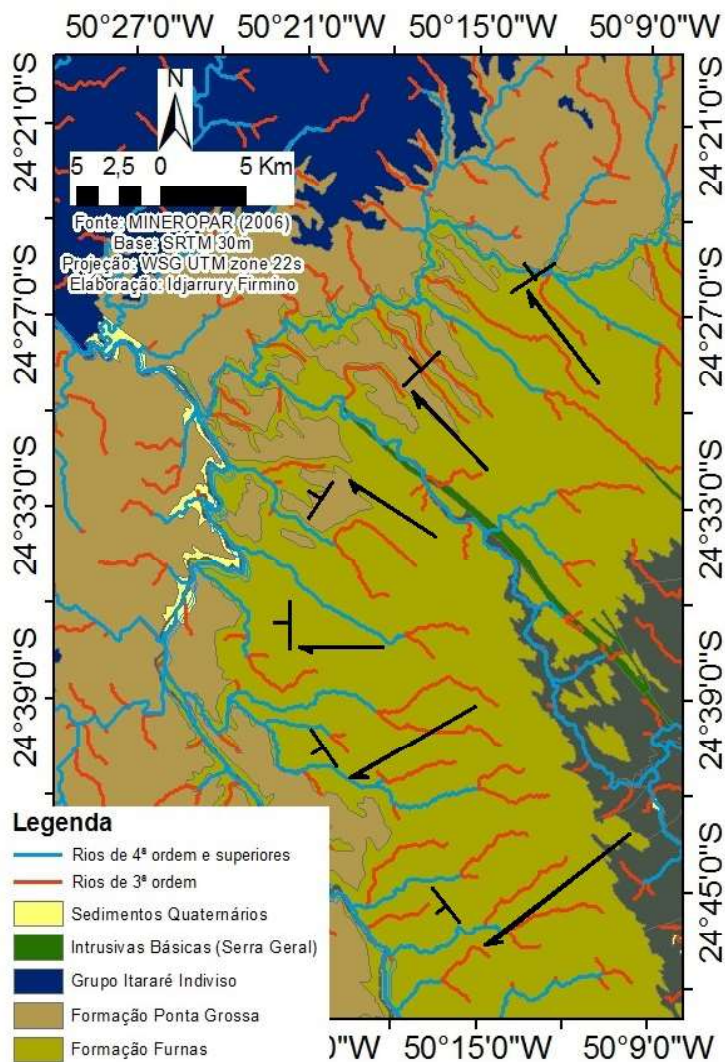


Figura 4 - Variação do sentido dos canais fluviais de acordo com a variação da direção das camadas da Formação Furnas

Os resultados da análise da densidade de drenagem podem ser visualizados na Figura 5. Pelo exposto, verifica-se que as maiores densidades estão distribuídas ao longo do curso do rio Tibagi e de seus principais afluentes (rio Capivari, parte média do rio Iapó, rio Alegre, rio Imbaú, entre outros). Por sua vez, a área de menor densidade de drenagem ocorre na faixa de afloramentos da Formação Furnas, estendendo-se até a faixa de contatos com a Formação Ponta Grossa.

Tal distribuição demonstra que a influência da litologia do substrato sobre a densidade de drenagem somente é observada na faixa de afloramento da Formação Furnas. No restante da área, aparentemente o aumento da densidade está relacionado ao aprofundamento do canal do rio Tibagi e de seus principais afluentes, o que pode ser considerado um indicador de que a área se encontra ou encontrava-se até recentemente em ascensão, o que é esperado para o eixo de um arqueamento.

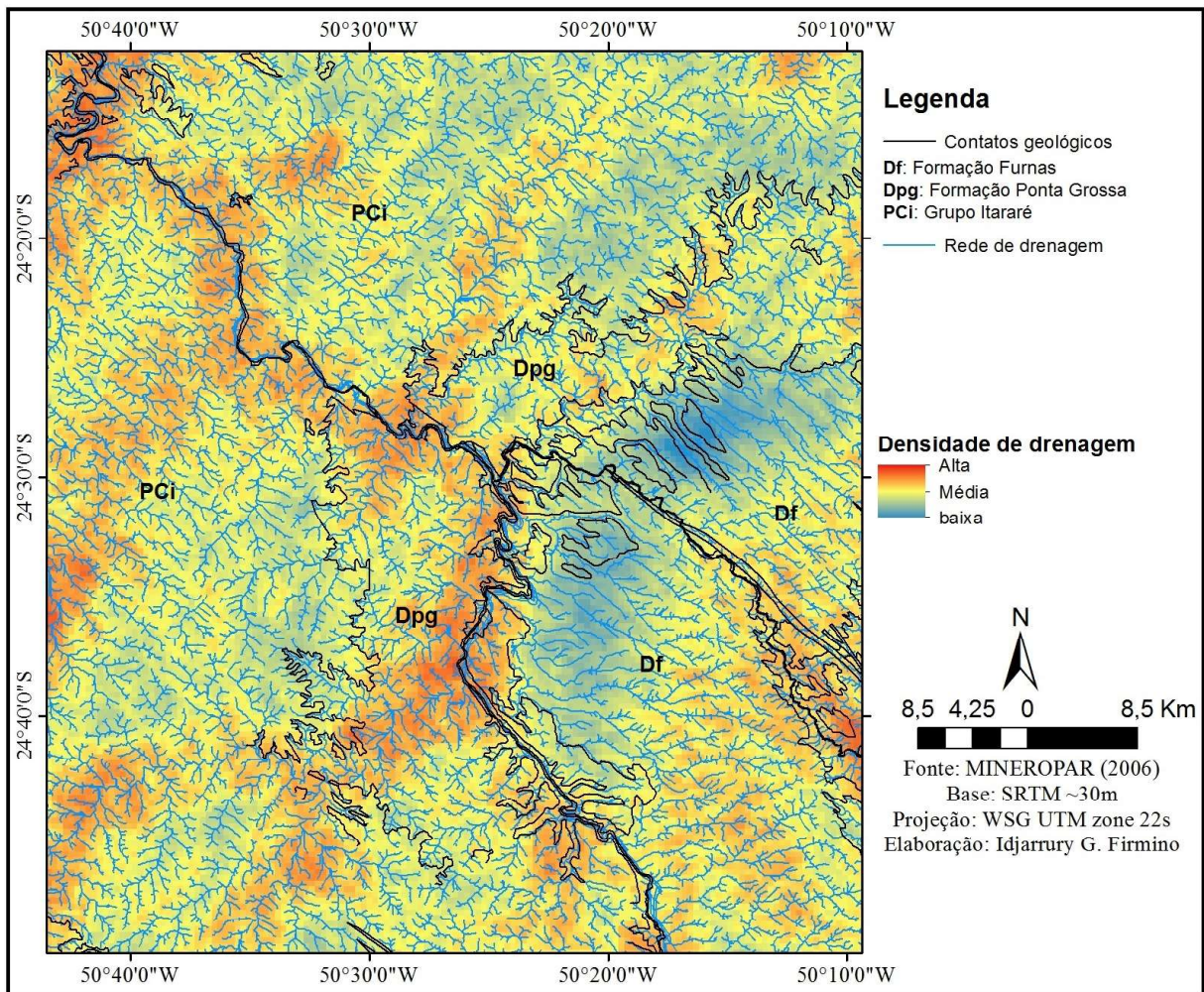


Figura 5 - Mapa de densidade de drenagem da área de pesquisa e contatos litológicos

A análise da sinuosidade demonstrou domínio de rios retilíneos, conforme pode ser observado no traçado da rede, exposto nas Figuras 3 e 5. Os rios de maior ordem apresentam segmentos curvos, especialmente no caso do rio Tibagi e do rio Iapó. O domínio de rios retilíneos evidencia que a rede de drenagem é controlada por estruturas rúpteis do substrato, que podem ser falhas e fraturas. Parte dos segmentos sinuosos estão situados sobre depósitos aluvionares, mas parte deles

são formas anômalas.

A angularidade da rede é média, especialmente em canais de primeira e segunda ordem, cuja confluência é quase sempre em ângulo reto. Contudo, a rede que drena a Formação Furnas e que tem padrão paralelo possui canais de ordem mais elevada com angularidade baixa, com ângulo de confluência inferior a 60° . Entretanto, os canais de primeira e segunda ordem podem apresentar confluências com 180° .

As lineações de drenagem são multidirecionais e perfazem a maior parte da rede, embora sejam bem menos presentes na área de ocorrência do padrão subdendrítico. As lineações associadas aos canais de primeira e segunda ordem orientam-se a NW-SE, NE-SW, N-S e E-W, caracterizando tropia multidirecional ordenada. No entanto, as lineações associadas aos canais de ordens mais elevadas são bidirecionais, dispostas a NW-SE e NE-SW. Os alinhamentos de drenagem são mais frequentes e prolongados na direção NW-SE, mas também ocorrem na direção NE-SW. Portanto, tais canais possuem tropia bidirecional fortemente estruturada.

A direção preferencial (NW-SE) é a mesma do eixo do Arco de Ponta Grossa, do enxame de diques

de diabásio e do sistema de falhas da Zona de Falha Curitiba-Maringá. Dessa forma, é muito provável que os alinhamentos dispostos nessa direção sejam o resultado do controle exercido pelas falhas da referida zona de falhas.

O conjunto de alinhamentos também inclui os canais que caracterizam o padrão paralelo, uma clara indicação de que talvez o paralelismo entre eles seja proporcionado pelo controle das falhas associadas à Zona de Falha Curitiba-Maringá e não pela inclinação das camadas. Tal quadro é reforçado pelo fato dos rios serem muito encaixados (Figura 6), a ponto do rio Iapó ter formado o canion do Guartelá, cujo prolongamento a noroeste aparece na parte sudoeste da referida figura.

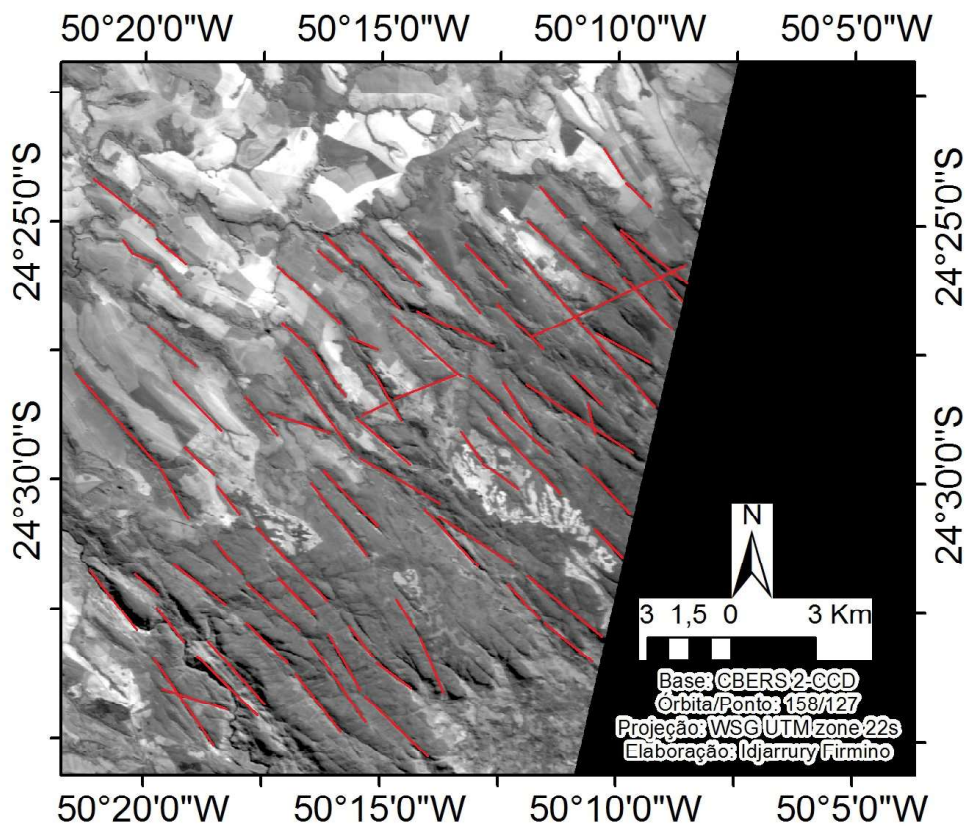


Figura 6 - Imagem de parte da área de padrão paralelo, com os alinhamentos de drenagem marcados em vermelho

Contudo, a variação do rumo de fluxo dos canais fluviais apresentada na Figura 4 demonstra que o escoamento de água também está sob influência da atitude das camadas sedimentares. Ou seja, é possível que quando da instalação da rede fluvial o mergulho geológico tenha controlado o fluxo de água e à medida que os rios foram se instalando, eles tenham ocupado as áreas com maior fraturamento, ou seja, as zonas de falha, devido à menor resistência à erosão.

Na primeira metade do percurso do rio Tibagi na área de estudo, o canal flui a noroeste e em seguida a norte nordeste. Esta disposição acompanha a direção das camadas das Formações Furnas e Ponta Grossa (Figuras 2 e 5), o que permite afirmar que neste intervalo o canal é subsequente. Contudo, em sua metade final, seu curso retoma o rumo noroeste, em local em que o rumo das camadas também se encontra com tal orientação, o que permite classificar tal segmento como consequente, uma

vez que suas nascentes estão fora da bacia sedimentar. Tal disposição não é contínua pois em dois segmentos o fluxo é feito no rumo norte.

Além dessas anomalias, o canal apresenta diversos segmentos retilíneos, assim como o restante da rede, conforme demonstrado pelo domínio de lineações sobre os segmentos curvos (Figura 7). A direção mais frequente e de maior persistência dos

segmentos retilíneos é NW-SE, embora também ocorram segmentos alinhados a N-S e NE-SW. O porte dos segmentos dispostos a NW-SE permitem classificá-los como alinhamentos de drenagem, no conceito de Soares e Fiori (1976), e associar boa parte do trajeto fluvial ao controle de zonas de falhas. Tais estruturas teriam sido responsáveis pelas variações da direção do rio Tibagi.

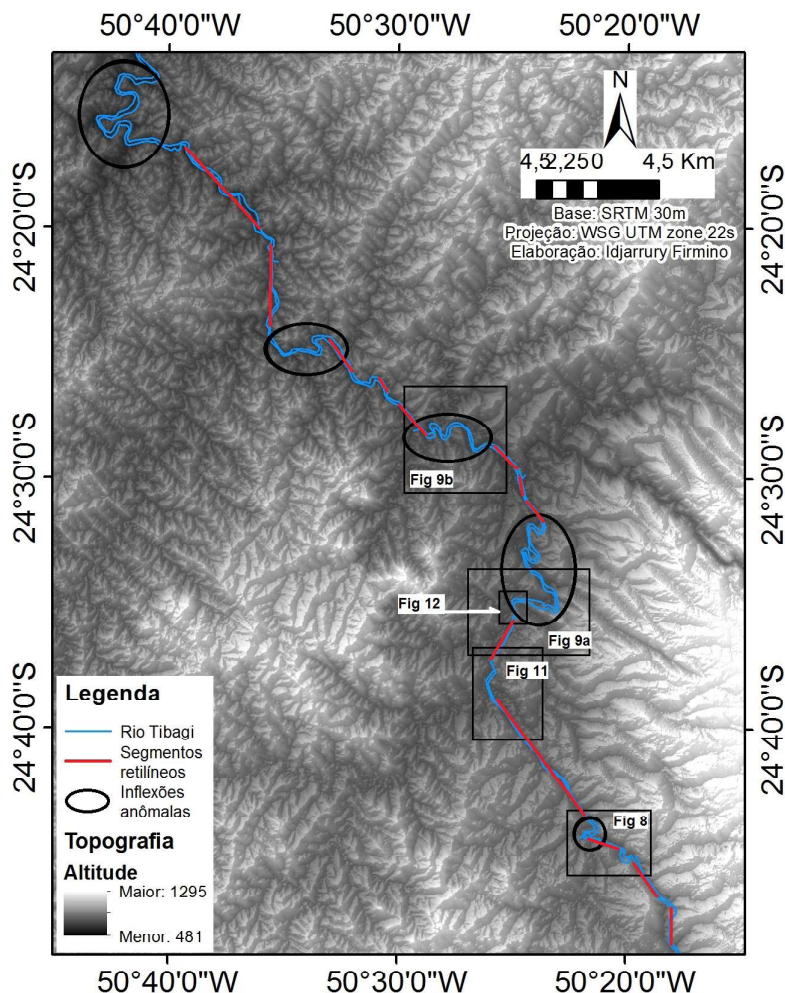


Figura 7 - Mapa do canal do rio Tibagi com segmentos retilíneos e inflexões anômalas de maior destaque

As inflexões anômalas aparecem em diversos locais do segmento fluvial estudado (Figura 7) e podem ser associadas a diversas causas. Em algumas das situações as anomalias estão associadas ao cruzamento de segmentos retilíneos (Figura 8), enquanto em outros casos, elas podem ser associadas à presença de diques de diabásio (Figura 9a). Outro tipo adicional é representado por curvas fluviais comprimidas (Figura 9b), condicionadas à presença de prováveis linhas de falha paralelas e de diques de diabásio.

As planícies e terraços fluviais do rio Tibagi foram considerados como formas fluviais anômalas porque o rio

possui canal predominantemente encaixado e a presença delas representa uma exceção dentro de um conjunto de formas erosivas. As várias formas possuem pequena expressão areal e estão associadas à curvas e inflexões anômalas (Figura 10).

Uma vez que as inflexões e curvas anômalas estão controladas por lineações, alinhamentos e diques de diabásio, as planícies e terraços também o são (Figura 11). Ou seja, em tais segmentos há níveis de base locais, controlados por diferenças de litologia (diabásio dos diques) e/ou pelo deslocamento de blocos ao longo das prováveis falhas.

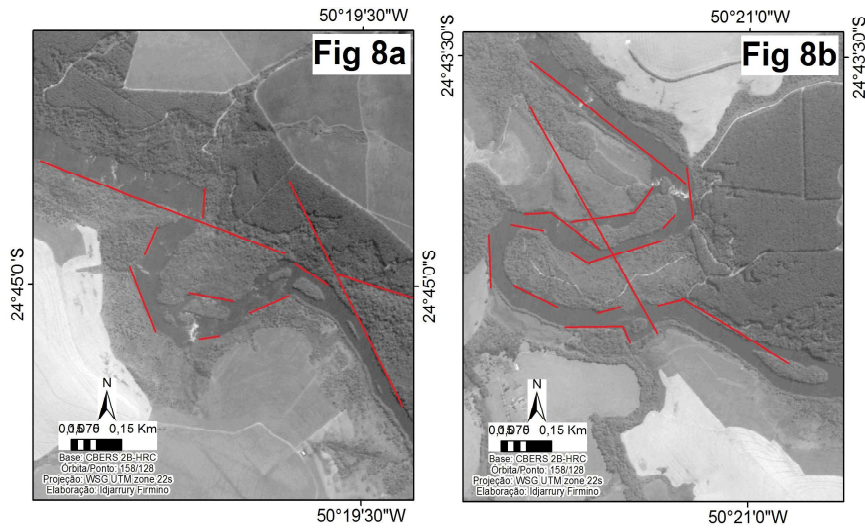


Figura 8 - Recortes de imagem CBERS 2B-HRC (órbita/ponto: 158/128) mostrando inflexões anômalas associadas a lineações e alinhamentos de drenagem (em vermelho). (a) anomalia 1; (b) anomalia 2

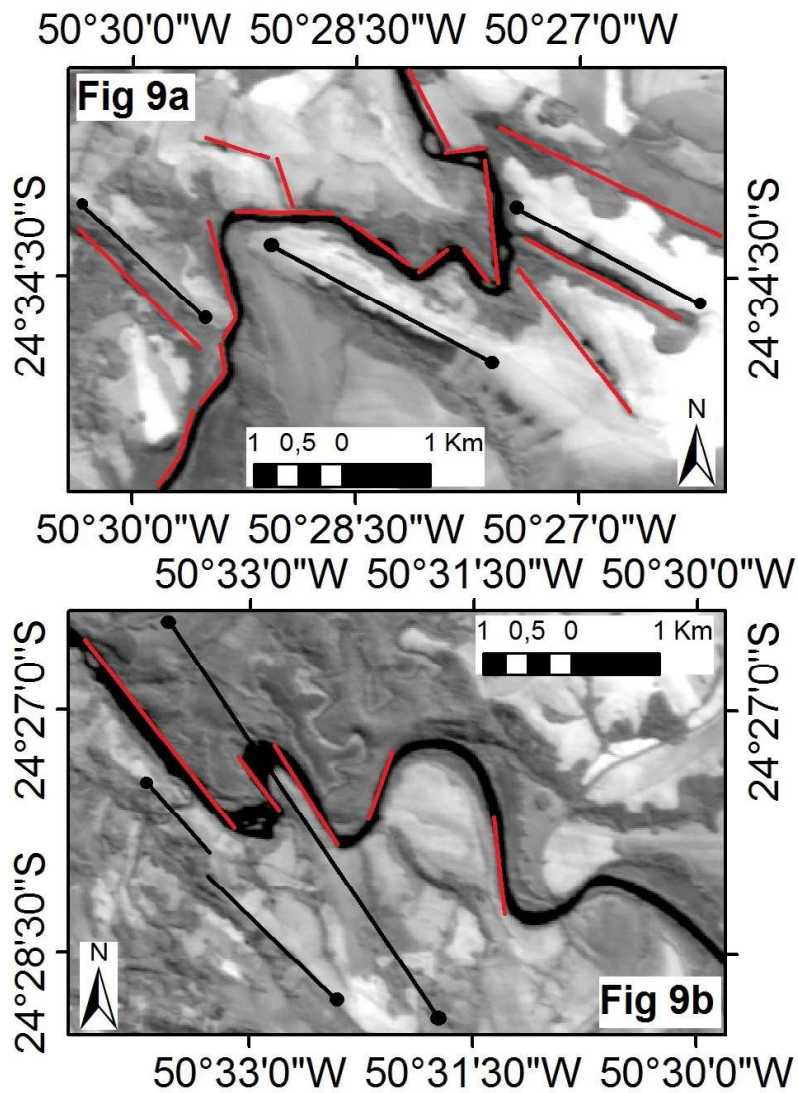


Figura 9 - Recortes de imagem CBERS 2-CCD (órbita/ponto:158/127) mostrando inflexão anômala (a), curva fluvial comprimida (b) e a presença de diques de diabásio (em preto) e cruzamentos de lineações e alinhamentos de drenagem (em vermelho)

Tais níveis de base teriam sido responsáveis pela diminuição local do gradiente do canal do rio Tibagi, criando as condições necessárias para a deposição dos sedimentos que deram origem aos terraços e planícies aluviais.

Os terraços são desparelhados (Figura 11b), as planícies são assimétricas (Figura 10) e em pelo menos

duas situações há planícies fluviais em apenas um lado do rio (Figuras 10 e 12). Na área de maior extensão das planícies, a presença destas formas em apenas um lado do rio ou a ocorrência de terraços são indicadores da posição do bloco baixo das possíveis falhas marcadas pelos alinhamentos de drenagem presentes.

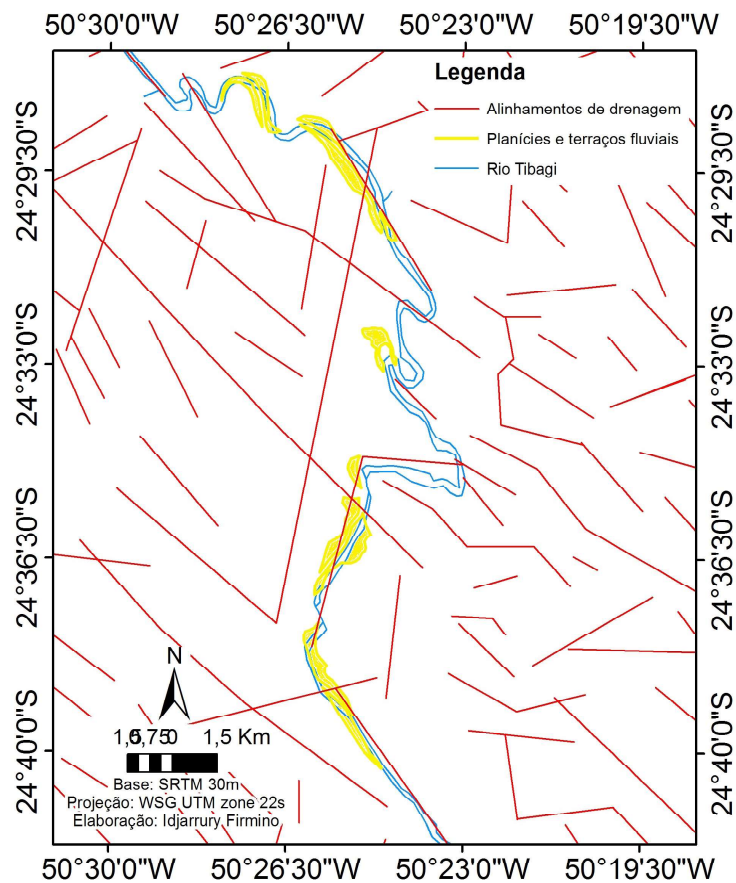


Figura 10 - Área de ocorrência de planícies de inundação e terraços fluviais no segmento estudado do rio Tibagi

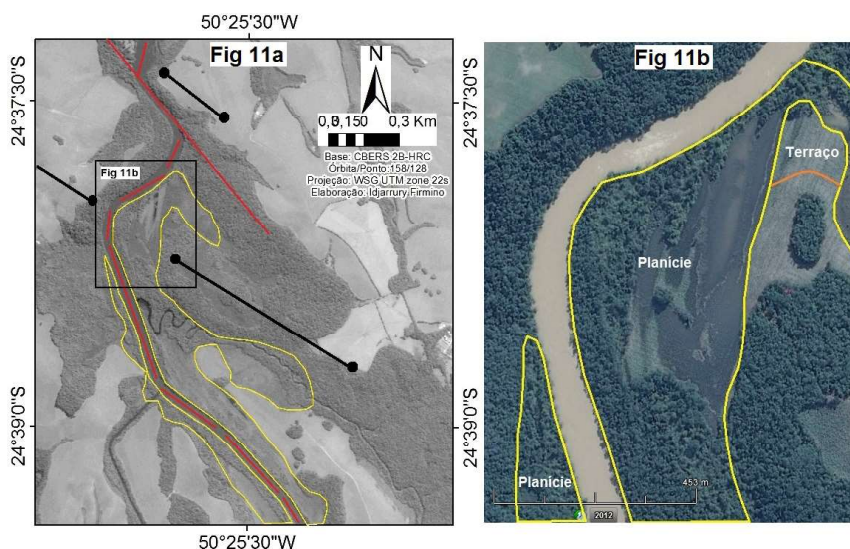


Figura 11 - (a) Recorte de imagem CBERS 2B-HRC (órbita/ponto: 158/128) mostrando área de planície e terraço fluvial (amarelo), diques de diabásio (preto) e lineações e alinhamentos de drenagem (vermelho). (b) Detalhe de recorte de imagem Google Earth mostrando as áreas de planície e de terraço fluvial

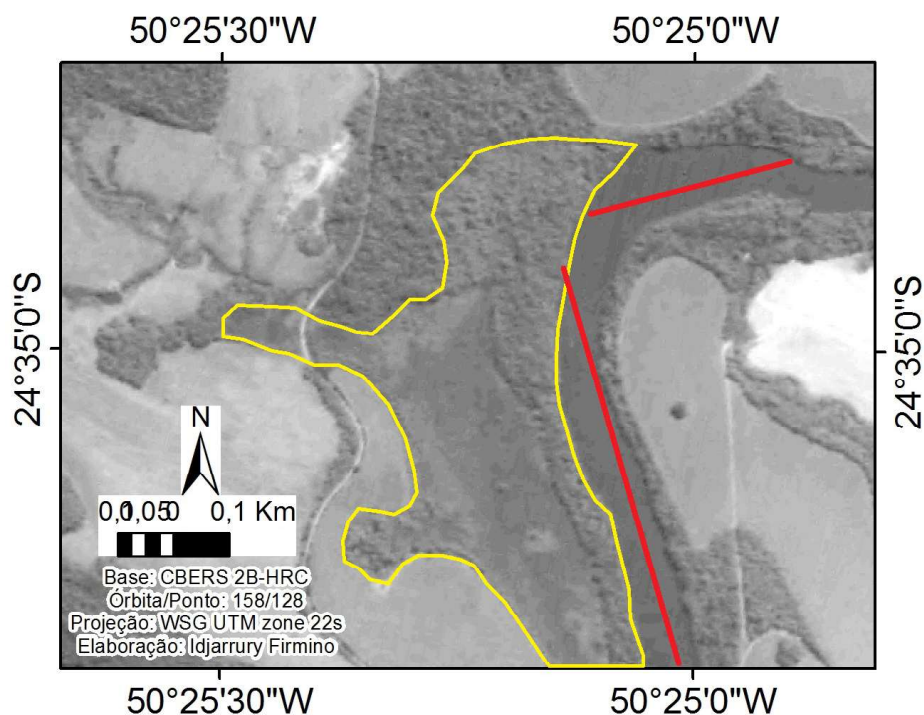


Figura 12 - Recorte de imagem CBERS 2B-HRC (órbita/ponto: 158/128) mostrando área de ocorrência de planície fluvial em apenas um lado do rio Tibagi (delimitado em amarelo) e alinhamentos de drenagem ao longo de seu curso (vermelho)

5. Conclusões

O conjunto de informações levantadas indica que há uma forte relação entre as características da rede e o Arco de Ponta Grossa e as estruturas a ele associadas, sejam os sistemas de falha, de fratura ou ainda o conjunto de diques. O controle litológico aparece apenas no que diz respeito às baixas densidades de drenagem proporcionada pelos arenitos da Formação Furnas e à diminuição do controle de fraturas em parte da área de ocorrência do Grupo Itararé.

Considerando que o desenvolvimento do Arco de Ponta Grossa teria gerado esforços distensivos a NE-SW, responsável pela Zona de Falha Curitiba-Maringá disposta a NW-SE, que por sua vez permitiu a intrusão do sistema de diques de diabásio, o domínio de lineações e alinhamentos de drenagem a NW-SE demonstra o controle de tais estruturas sobre a rede de drenagem.

As rupturas secundárias que são paralelas à direção do esforço principal seriam responsáveis pelas lineações e alinhamentos dispostos a NE-SW e por parte das anomalias do curso do rio Tibagi. Ambos os conjuntos de falhas e fraturas possibilitaram que a rede se organizasse em treliça e apresentasse tropia bidirecional fortemente estruturada.

Contudo, a tropia multidirecional dos rios de primeira e segunda ordem e os alinhamentos N-S indicam que um novo sistema de esforços teria estado ativo, gerando estruturas rúpteis a N-S e E-W. A disposição ortogonal indica que tais esforços também teriam sido distensivos, mas não há como definir precisamente qual a orientação do esforço principal. Por fim, a atitude das camadas sedimentares deve ter controlado o fluxo superficial inicial antes que a rede se implantasse sobre as zonas de falhas e de fraturas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES pela concessão de bolsa de mestrado e ao INPE e ao USGS pela disponibilidade de dados.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, F.F.M. Origem e evolução da plataforma brasileira. **Bol. Div. Geol. Min.**, Rio de Janeiro, 241:36. 1967.
- CAMOLEZI, B. A. **Geomorfologia e controle estrutural da bacia hidrográfica do córrego Morumbi, Faxinal, Paraná**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 122 p. 2013.

- COUTO, E. V; MANIERI, D. D; MANOSSO, F. C; FORTES, E. Correlação Morfoestrutural da Rede de Drenagem e Lineamentos da Borda Planáltica, Faxinal - Paraná. **Geociências**, UNESP, Rio Claro, v. 30, n. 3, p. 315-326, 2011.
- DEFFONTAINES, B.; CHOROWICZ, J. Principles of drainage basin analysis from multisource data: Application to the structural analysis of the Zaire Basin. **Tectonophysics**, v. 194, p. 237-263, 1991.
- FERREIRA, F.J.F. **Integração de dados aeromagnéticos e geológicos: configuração e evolução tectônica do Arco de Ponta Grossa**. São Paulo. 169 p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da USP). 1982.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin.**, v. 56, p. 275-370, 1945.
- HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: A summation. **The American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, v. 51, p. 2246-2259, 1967.
- MAACK, Reinhard. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2º Ed.. Livraria José Olympio Editora, Rio de Janeiro, RJ. 1981.
- MEDRI, M. E., E. BIANCHINI, O. A. SHIBATTA & J. A. PIMENTA. **A bacia do Rio Tibagi**. Londrina, 595p. 2002.
- MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ S. A. Mapa Geológico da Folha de Telêmaco Borba, Folha SF-22-X-A. **Secretaria de Indústria, Comércio e do Turismo do Estado do Paraná**. Escala: 1: 250.000. Curitiba - PR, 2006.
- NASCIMENTO, E. R; SALAMUNI, E; QUEIROZ, G. L; HAUCK, P. A; FIORI, A. P. Evidências de determinação morfotectônica e neotectônica no relevo da Serra do Mar no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, p. 287-299, 2013.
- RAPOSO, Maria Irene Bartolomeu. Episódios intrusivos no arco de ponta grossa, determinados através de um estudo paleomagnético. **Revista Brasileira de Geociências**, 25(1):3-19, março de 1995.
- SALAMUNI, E.; EBERT H. D.; HASUI Y. Morfotectônica da bacia sedimentar de Curitiba. **Revista Brasileira de Geociências**, vol. 34, p 469-478, 2004.
- SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de Fotografias Aéreas em Geologia. **Notícia Geomorfológica**, v. 16, p. 71-104, 1976.
- SOUZA JUNIOR, M. D; SANTOS, M. L; SALAMUNI, E; STEVAUX, J. C; MORALES, N. Análise morfotectônica da bacia hidrográfica do rio Ivaí – PR, curso inferior. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, p. 213, 2013.
- STRAHLER, A. N. Dynamic basis of geomorphology. **Geological Society of American Bulletin**, v. 63, p. 923-938, 1952a.
- STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin.**, v. 63, p. 1117-1142, 1952b.
- VARGAS, K. B. **Caracterização morfoestrutural e evolução da paisagem da bacia hidrográfica do ribeirão Água das Antas – PR**. Dissertação (Mestrado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. 98 p., 2012.
- ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. de J.; MARQUES, A.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; APPI, V. T.; ZANOTTO, O. A. Bacia do Paraná. In: RAJA GABAGLIA, G. P.; MILANI, E. J. (Coords.) **Origem e Evolução das Bacias Sedimentares**. Ed. Gávea, PETROBRÁS, Rio de Janeiro, p. 135-168, 1990.