Capítulo 04 – Os compartimentos de relevo e a projeção dos parâmetros hidrográficos

"Se algum dia desejares conhecer a essência da geomorfologia, não freqüente bibliotecas".

Roberto Vervloet

4.1 – Os compartimentos de relevo gerados e os parâmetros hidrográficos.

Após termos uma breve e incipiente noção das características tectônicas e litológicas da região da bacia, de definirmos os critérios de compartimentação para concretização do mapa geomorfológico (em anexo) e escolha dos elementos hidrográficos para compilação de informações sobre a rede de drenagem, de apresentarmos os processos de canais e os modelos de evolução hidrográfica vigentes, torna-se necessário conhecermos e analisarmos as unidades hidromorfológicas compartimentadas, considerando os seus respectivos sub-compartimentos (grupos de formas de relevo) e os resultados numéricos dos parâmetros hidrográficos aplicados e compilados.

4.2 – Domínio Litorâneo (Fragmento de crosta inferior).

Fazem parte deste domínio morfotectônico a *Unidade Estuarina, Unidade Rio Pongal e a Unidade Rio Grande.*

4.2.1 – Unidade Estuarina.

Esta unidade compreende a região da foz do Rio Benevente definida com base na presença do ecossistema de manguezal que, segundo o estudo de Câmara do Vale (2004), adentra o continente por cerca de 6,5 Km de extensão.

A principal forma de relevo desta unidade é a planície fluviomarinha, onde há o predomínio de processos fluviais condicionados pela vazão fluvial do Rio Benevente, e de seus afluentes nesta região como os Rio Salinas, Córrego Arerá e Rio Pongal.

Por ser uma unidade pequena em extensão territorial com uma diluída rede hidrográfica e sendo a região da foz da bacia, esta unidade não recebeu os cálculos dos parâmetros hidrográficos. Sua importância reside no fato de ser o nível de base geral da bacia, controlado pelas oscilações eustáticas do Oceano Atlântico e por apresentar a relação dos processos fluviais com os marinhos, caracterizando um sub-ambiente muito propício ao desenvolvimento dos ecossistemas litorâneos, sendo o mais importante deles a ocorrência de manguezais.

4.2.2 – Unidade Rio Pongal (01) - URP.

Por uma questão de didática, a análise das unidades será feita no sentido contrário ao fluxo fluvial do Rio Benevente, como se estivéssemos subindo-o da foz até a nascente, iniciando-se pela primeira unidade que esta posicionada ao longo da margem direita deste rio. Por isso, a Unidade Rio Pongal – URP será a primeira a ser analisada. Os perfis morfogeológicos, por sua vez, devem ser compreendidos em visada projetada sempre de sul para o norte.

A Unidade Rio Pongal se configura como um padrão de drenagem do tipo em treliça recurvado onde se destaca uma série de canais com segmentos retilíneos e em

ângulos retos. Desses canais o mais importante é o Rio Pongal, que se apresenta como um canal fluvial superimposto que secciona as estruturas litológicas direcionadas para NNE e NE nesta região.

As sub-bacias dessa unidade como o Córrego Itapeúna e o Córrego Arerá possuem uma rede que dispõe de uma drenagem subdendrítica que, no entanto, apresenta no canal principal segmentos retilíneos nas proximidades de suas cabeceiras, atestando um nítido controle litoestrutural, com pequenos tributários em ângulos retos, configurando uma drenagem em treliça, propriamente dita, sendo estes canais principais orientados na direção NE.

Alguns segmentos retilíneos da rede de drenagem dessa unidade ocorrem por retificações antrópicas[1] feitas nas calhas fluviais, objetivando drenar a planície fluvial para formação de pastagem e aproveitamento agrícola desses espaços. Tal retificação não foi levada em consideração na hora de classificar o padrão de drenagem, pois exceção seja feita a esta calha fluvial retilinizada antropicamente, o padrão que pode ser visto em cartas topográficas 1: 50.000 é, verdadeiramente, do tipo em treliça recurvado, verificado também por meio dos trabalhos de campo.

As formas de relevo predominantes são colinas convexas e semi-convexas com planícies fluviais bem distribuídas que se posicionam de maneira embutida nas proximidades das escarpas dissecadas. As colinas convexas tem altitudes que vão de 20 a 100 metros com declividades em torno de 6 – 10°, 11 – 15° e 16 – 20°

[1] Embora procurássemos a todo custo, não levar em consideração essas retificações na compilação dos dados de parâmetros hidrográficos e análise geomórfica da paisagem, em certas ocasiões é praticamente impossível, devido ao grau de alteração imposta ao ambiente dos canais. Só a título de exemplo, os canais que eram meândricos passaram a ser retos em algumas planícies fluviais, e isso, necessariamente, interfere no cálculo de índices como Rlm e Rlb.

aumentado nas zonas próximas as cabeceiras. As colinas semi-convexas possuem altimetrias que vão de 20 a 100 metros e declividades entre 6 – 10° e 11 – 15°.

As colinas convexas possuem uma geometria de topos bem arredondados e vertentes relativamente mais inclinadas. Em contraste, as colinas semi-convexas irão apresentar os topos com uma geometria mais suave e com menor grau de arredondamento, portanto, menos convexas, como se vê pelo perfil A – A' da fig. (38).

Um pequeno setor de escarpas erosivas ocorre nas proximidades da zona de cabeceiras do Rio Pongal.

Na etapa de mapeamento geomorfológico optamos por classificar as escarpas em dois tipos: escarpas dissecadas e escarpas erosivas. A diferença entre ambos reside no nível de dissecação ou até mesmo de evolução, pois as escarpas erosivas apresentam-se com vertentes regulares, sem pequenos vales em processo de seccionamento e de festonamento.

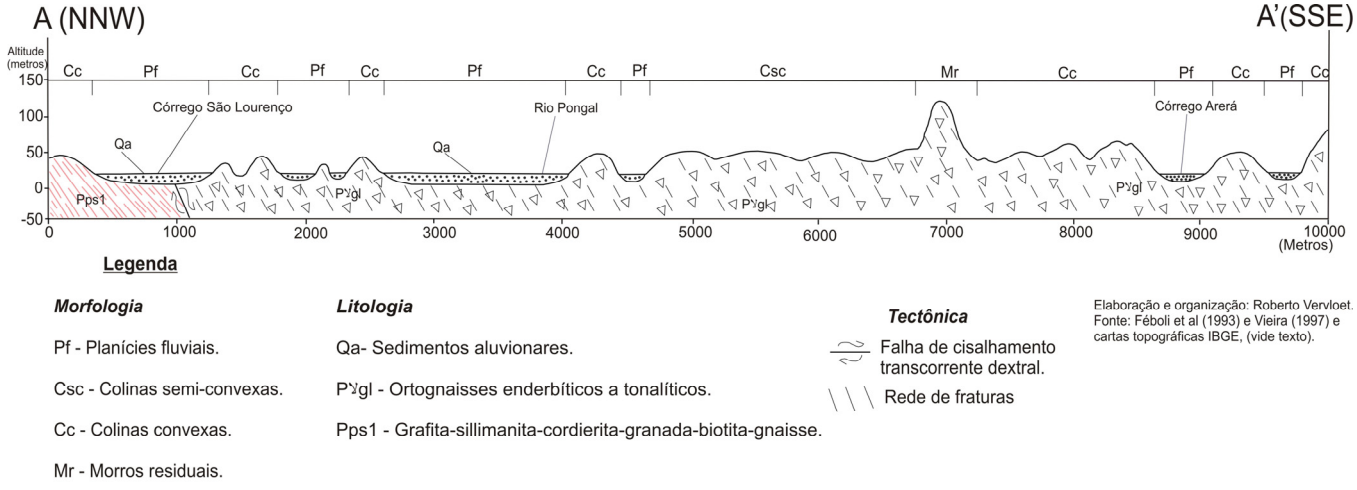


Figura (38). Perfil morfogeológico A - A' da URP.

Uma escarpa dissecada, por conseguinte, possui morfologia de vertentes seccionadas que evolui para pequenos vales de festonamento. Deste modo, uma escarpa dissecada dever ser entendida como uma escarpa erosiva que evoluiu através de processos de seccionamento e festonamento, sendo de morfologia em vertentes de distribuição mais irregular, como pudemos visualizar amplamente em trabalhos de campo; já a escarpa erosiva se apresenta como uma forma de relevo que sofrerá, futuramente, a dissecação proveniente do avanço seccionante de cabeceiras e sub-cabeceiras de drenagem, que estão dispostas lateralmente aos rios e córregos tributários dos vales fluviais.

Os morros residuais se dispõem com cristas orientadas na direção NE circundados pelas colinas convexas (Cc) e amplas planícies fluviais distribuídas. Trata-se de maciços rochosos locais sustentados pelas rochas gnáissicas (Pps1) mais resistentes que sofreram processos de migmatização na Zona de Cisalhamento Iconha (ZCI). Tal zona de cisalhamento tem todas as suas litoestruturas seccionadas em todos os seus quadrantes pela drenagem que forma a sub-bacia do Rio Pongal.

Notar a disposição muito bem embutida das planícies fluviais na imagem MDT (Modelo Digital do Terreno) da fig. (39) desta unidade e a presença de morros residuais (Mr) denotando o nível altimétrico mais alto neste setor.

Como se pode ver pelo perfil B – B’ da fig. (40) os morros residuais são de arranjo assimétrico, dado pela organização tectônica da foliação rochosa, que mergulha em geral para SE e SSE, visto em todo seu conjunto. Todavia, as cristas são de

morfologia simétrica e suavizada, ensaiando um breve arredondamento por processos denudacionais de clima, predominantemente úmido, do período geológico atual.

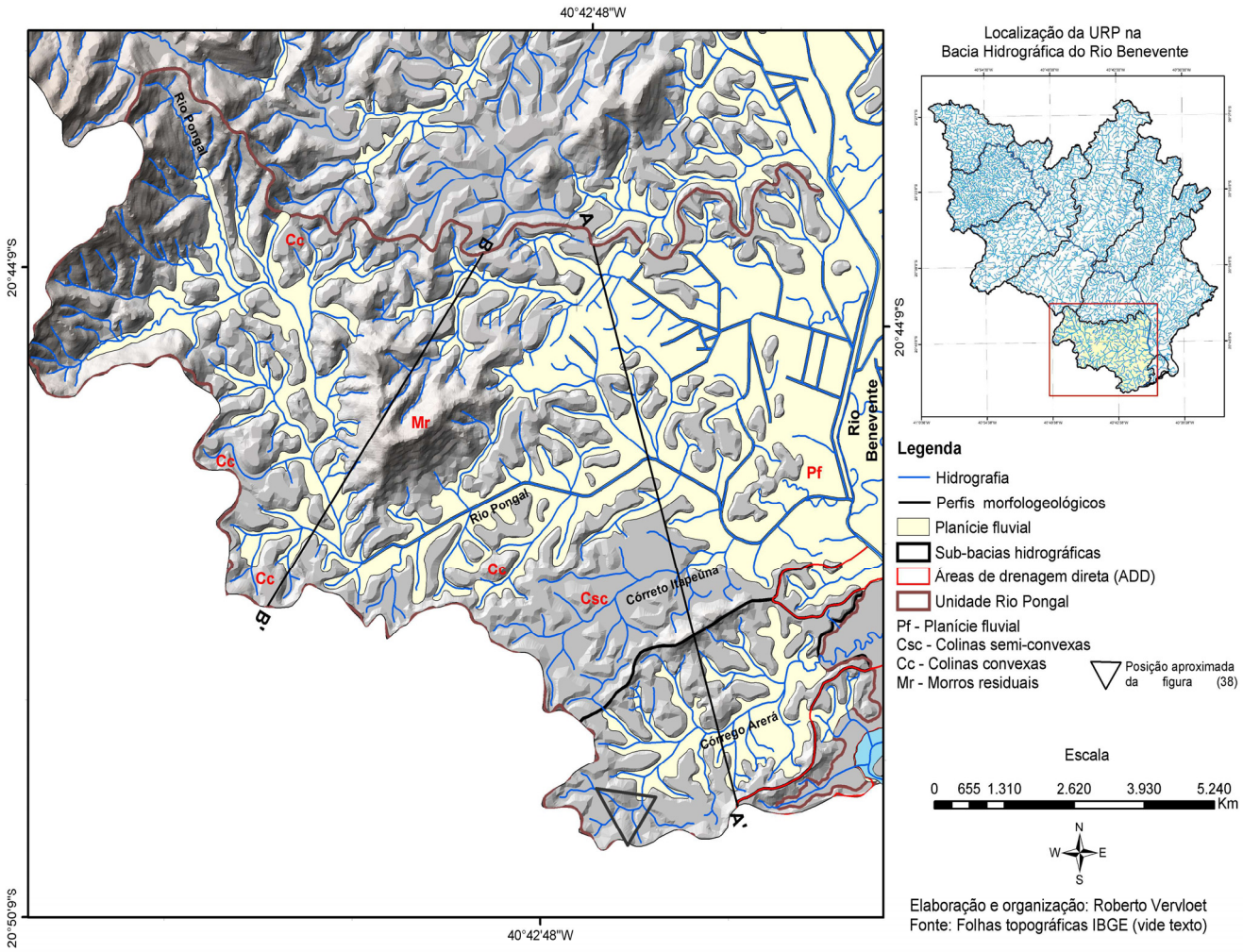
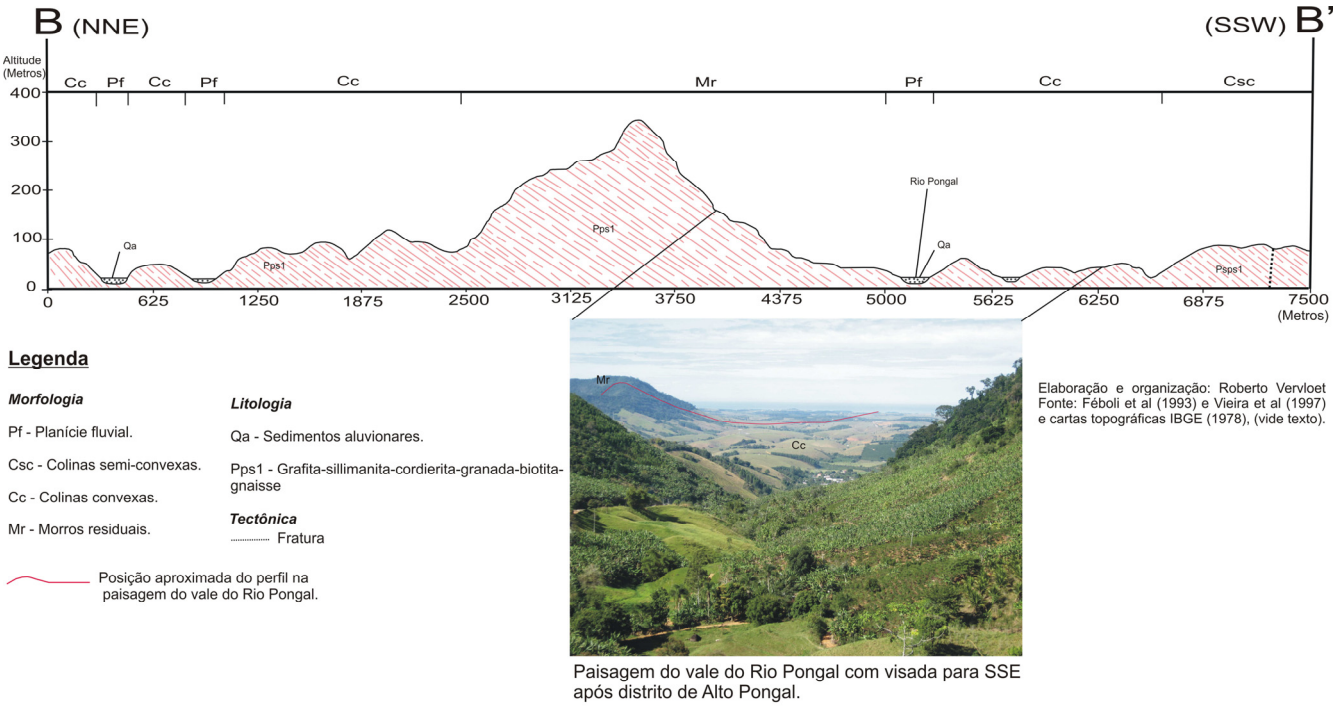


Figura (39). Modelo digital de terreno da Unidade Rio Pongal - URP.

Notar através deste perfil a insistência do controle estrutural da foliação rochosa no topo de algumas colinas convexas, resultando em incipiente assimetria e o rebaixamento altimétrico e arredondamento dos mesmos, nas proximidades dos canais fluviais, certamente, ocasionado pela intensidade dos processos fluviais de dissecação.



Paisagem do vale do Rio Pongal com visada para SSE após distrito de Alto Pongal.

Figura (40). Perfil morfogeológico B - B' da Unidade Rio Pongal

Uma visão mais realística e próxima da morfologia real dessas colinas e das planícies fluviais podem ser vistas através da fig. (41), que possui sua localização na paisagem da unidade, na forma de triângulo na imagem MDT para facilitar a percepção de sua localização na compartimentação da URP.

Figura. (41) Paisagem das colinas convexas e planícies fluviais embutidas da URP próximo as cabeceiras do Córrego Arerá. Paisagem vista a partir da estrada ES – 060 no sentido Piúma – Anchieta, com visada para N. Foto: Roberto Vervloet.

Os dados relativos aos parâmetros hidrográficos[2] numéricos compilados nessa unidade estão representados na tabela (01).

Tabela 01 – Parâmetros hidrográficos da URP.

	Unidade Rio Pongal-URP	Área (Km²)	Ordem do canal principal	Dd	Dh	Cm (m²)	Eps (metros)	Rb	Rlm	Rlb	K	C
Sub-bacias e áreas de drenagem direta representativas	Sub-Bacia Rio Pongal	94,360	5ª	2,482	3,17	402,90	201	4,21	2,77	0,504	1,650	0,365
	Sub-bacia Córrego Arerá	12,724	4ª	3,041	4,0	328,83	164	3,31	2,70	0,856	1,610	0,383
	Áreas de drenagem direta - ADD	4,806	–	2,788	3,32	208,07	179	3,37	0,84	0,276	–	–
	URP	111,890	–	2,588	3,28	390,90	195	4,17	2,54	0,512	1,260	0,279

Dd – densidade de drenagem, Dh – densidade hidrográfica, Cm – coeficiente de manutenção, Eps – Extensão do percurso superficial, Rb – razão de bifurcação, Rlm – relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem, Rlb – relação entre o índice de comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação, K – fator de forma e C – índice de circularidade.

A maior sub-bacia desta unidade é a do Rio Pongal, que possui 94,360 Km² em área tendo o Rio Pongal como canal principal de 5° ordem. A outra sub-bacia é a do Córrego Arerá, que possui uma área muito menor em relação a do Rio Pongal, com apenas 12,724 km² e canal de 4° ordem. Mesmo sendo uma sub-bacia bem pequena, mas com relativa ramificação, refletida no rio principal que chega a uma hierarquia de 4° ordem, os dados de Rlm (2,70), K (1,61) e C (0,383) apresentam valores próximos aos da sub-bacia maior, mostrando que elas possuem forma e circularidade semelhantes.

[2] É comum em textos que analisam parâmetros hidrográficos, a apresentação de tabelas com dados referentes à quantidade de canais de cada ordem, para visualização dos dados de Rb, Rlm e Rlb nas respectivas classes hierárquicas dos canais que compõem a drenagem. Devido, a grande quantidade de dados trabalhados, a apresentação dos mesmos na forma de tabelas, tornaria a leitura da pesquisa, algo praticamente inviável. Portanto, reservamo-nos o direito de apenas demonstrar os resultados calculados de cada sub-bacia, ADD e unidade hidromorfológica.

No entanto, nestas duas sub-bacias os parâmetros K e C indicam um formato longe de uma configuração, realmente, circular, podendo passar a idéia de que as mesmas não seriam de rápida e forte concentração do escoamento, advindo das precipitações pluviais. Esse comportamento não é verdadeiro, pois há a presença de amplas planícies fluviais, distribuídas pelos diversos setores, que sem sombra de dúvida, é produto direto da deposição sedimentar, influenciada pela presença do nível de base absoluto de erosão (oceano Atlântico). Portanto, trata-se de redes fluviais que mesmo longe de uma configuração circular, possuem eventos de rápida inundação.

Pelos dados de Cm (402,90 m²), Eps (164 m.), Dd (3,041) e Dh (4,0) da sub-bacia do Córrego Arerá se percebe que ela é mais propícia a concentração do escoamento, estimulando mais a ocorrência de eventos de inundação, comparado a sub-bacia maior. Não é coincidência, portanto, que suas planícies fluviais são de compartimentação mais embutida que as do Rio Pongal, alcançando até as proximidades dos setores de cabeceiras das nascentes principais (vide MDT).

Digno de nota é a ramificação da rede de drenagem da sub-bacia do Rio Pongal, em ângulos retos com inflexões de 90°, conferindo um iminente controle litoestrutural dessa drenagem, nos setores mais próximos das cabeceiras, que a despeito de ser uma sub-rede que ocupa a maior área dentro da URP, possui Dd (2,482) e Dh (3,17) menor até mesmo que as áreas de ADD. Fato que evidência que seus parâmetros numéricos são totalmente dependentes da evolução da drenagem, sobre uma organização tectônica do terreno, que condiciona seus elementos hidrográficos.

Os índices de Gradiente de Drenagem (S), Índice de Declividade do Canal (SL) e o perfil longitudinal fluvial fig. (42) foram compilados em setores de alto, médio e baixo curso do Rio Pongal, plotados na tabela 02.

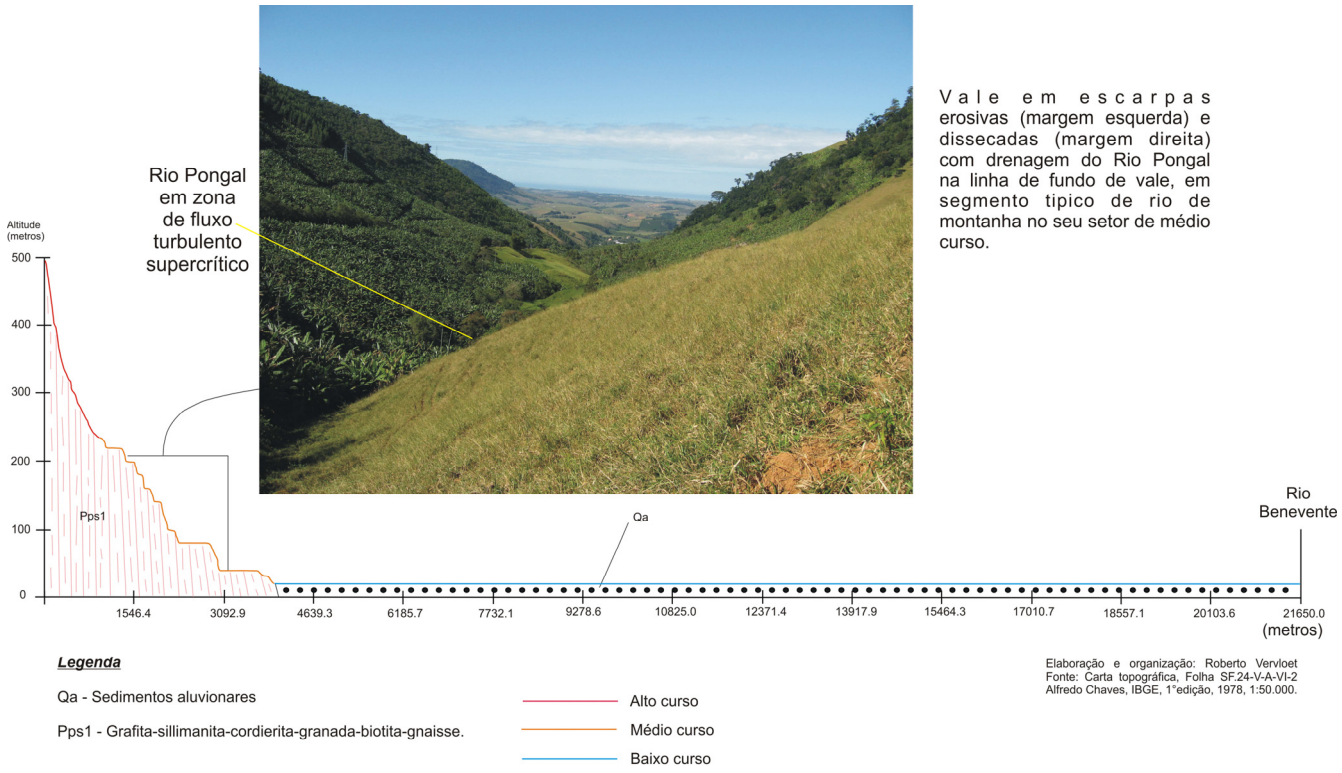


Figura (42). Perfil longitudinal do Rio Pongal.

O perfil longitudinal deste canal demonstra nitidamente o contraste existente entre o alto, médio e baixo curso. Fato que, certamente, reflete nos resultados dos índices de declividade do canal (SL) e de gradiente de drenagem (S) nos seus devidos setores, como se vê pela tabela 02.

Nota-se por essa tabela, que há diferenças numéricas acentuadas nos setores de alto, médio e baixo curso. Observar na figura do perfil longitudinal, a concavidade do

alto curso e as rupturas de declive existentes no médio curso, mesmo estando estes setores, assentados sobre a mesma unidade litológica.

Essas rupturas respondem pela diminuição acentuada do poder de erosão fluvial (SL = 179,66) no médio curso deste rio, concomitantemente, ao gradiente do canal (S=0,0733 m/m), comparando-se com o seu alto curso.

Hack (1973a) pesquisando a bacia de Potomac River na Carolina do Norte nos Estados Unidos, encontrou valores de SL acima de 400, nos trechos de alto curso e acima de 2000, em zonas de corredeiras de alta declividade em médio curso, correlacionando e descobrindo uma forte relação entre esse índice e a mediana do diâmetro das partículas transportadas como carga de fundo, pelos fluxos fluviais. Os trechos estavam sobre a mesma unidade litológica.

Tabela 02 - Índices de declividade do canal (SL) e de gradiente de drenagem (S) do Rio Pongal.

Alto curso – Cota máx. – 520 m. Cota mín. – 240 m. Extensão – 950 m. Amplitude – 280 m. SL = 280 S = 0,2947 m/m	Baixo curso – Cota máx. – 240 m. Cota mín. – 20 m. Extensão – 3.000 m. Amplitude – 220 m. SL = 179,66 S = 0,0733 m/m	Médio curso – Cota máx. – 20 m. Cota mín. – 0 m. Extensão – 17.700 m. Amplitude – 20 m. SL = 14,46 S = 0,0011 m/

A partir desta idéia, pode-se conceber que quanto maior o valor desse índice, melhor vai ser a capacidade de erosão fluvial do canal por entalhamento linear na superfície.

Observa-se que há diminuição dos dados de SL e S, paralelamente a seqüência de montante para jusante, apresentando diminuição do poder de entalhe fluvial deste

canal, nesta seqüência, que apresenta uma desproporcionalidade muito grande na extensão do baixo curso em relação aos trechos de médio e alto curso. Comportamento que sugere um perfil de evolução seguindo a tendência “normal” de desenvolvimento do canal, que vai erodir áreas mais declivosas, respondendo por relevos de vertentes íngremes e áreas de deposição, formando amplas planícies fluviais de canais meandrantes.

4.2.3 – Unidade Rio Grande – URG.

A Unidade Hidromorfológica Rio Grande apresenta semelhantes características com a unidade anterior, no entanto, difere na forma e comportamento padrão dos canais tributários do rio principal, Rio Grande, na zona próxima a sua cabeceira, sendo este o rio mais importante desta unidade.

A configuração clássica de um padrão em treliça direcional tem como principal particularidade a assimetria existente entre os tributários do rio subseqüente principal, ou seja, estes tributários são mais extensos de um lado do vale em oposição ao outro, em que os canais são de comprimento mais curto. Isto infere em desenvolvimento de formas de relevo de morfologia homoclinal, devido à inclinação assimétrica das camadas ou foliação litológica das estruturas no local. Esta é a principal característica da URG, visto nas vertentes de seus vales principais, sendo esta unidade um padrão do tipo em treliça direcional.

A sub-bacia do Rio Grande é a única presente nesta unidade, tendo o Rio Salinas como principal afluente. O formato em planta desta sub-bacia é o que confere o formato da URG.

O Rio Grande é um canal de 6ª ordem, que tem seu curso alongado até um setor de cabeceiras que responde pela geração de morros dissecados e vales estruturais, com um conjunto de colinas convexas posicionadas em patamar mais alto nas proximidades das cabeceiras de sua nascente, como podemos ver pelo MDT da fig. (43) desta unidade e mapa geomorfológico (em anexo). Estas nascentes estão

posicionadas em cota de 500 metros de altitude, e este rio percorre 28,500 metros até desembocar no Rio Benevente.

Esse setor de nascentes é uma área que apresenta uma característica muito significativa em termos de padronagem da drenagem pois, nele, o Rio Grande é praticamente o rio subseqüente principal com uma rede local assimétrica de canais obseqüentes na margem direita do vale fluvial estrutural. Estes canais tributários se estendem em maior comprimento do que os tributários do lado oposto, seccionando as escarpas dissecadas e desnudando os morros em posição altimétrica superior.

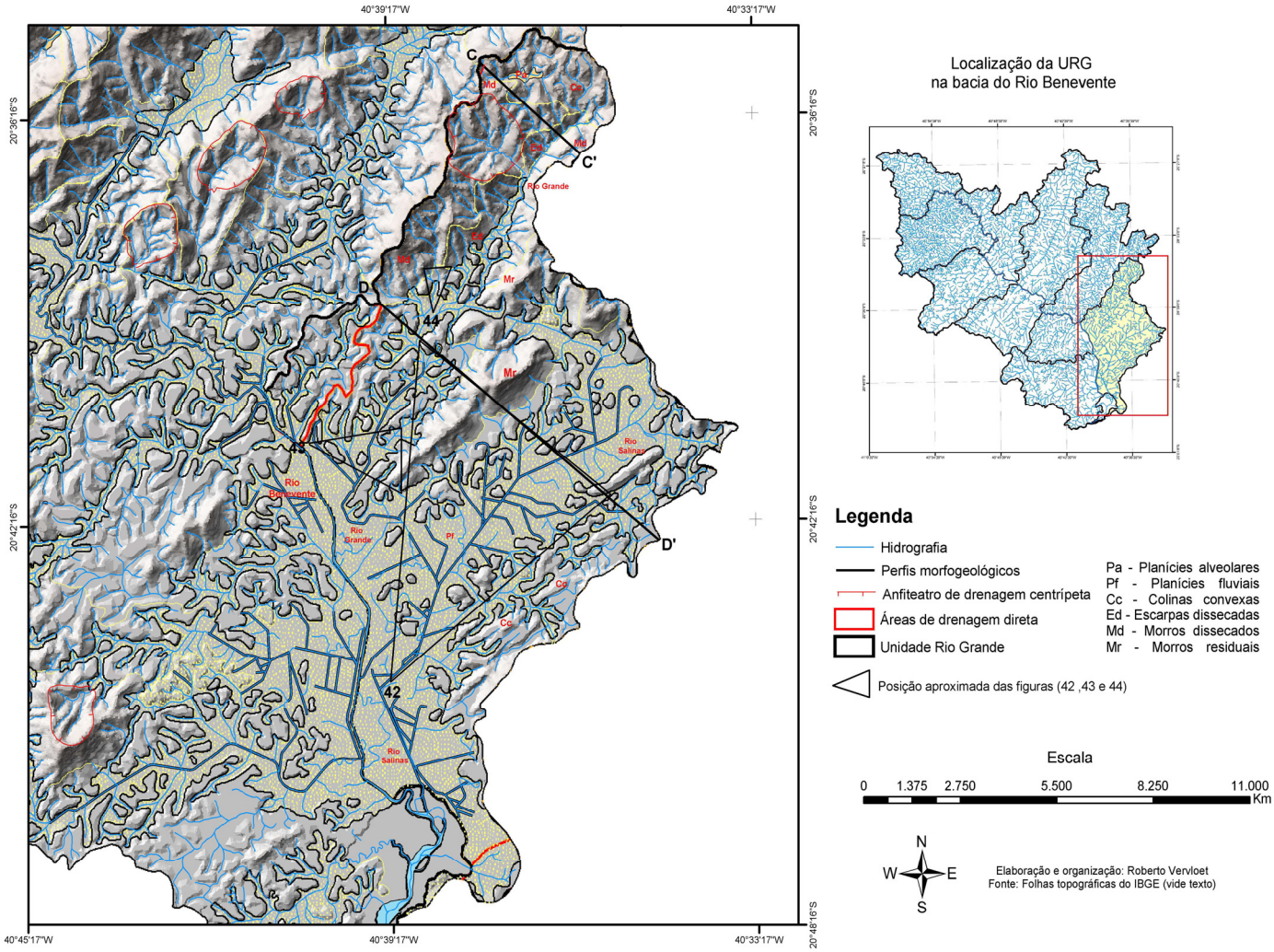


Figura (43). Modelo digital de terreno da Unidade Rio Grande – URG.

Notar que mais acima, próximo ao final do vale fluvial do Rio Grande ocorrem um conjunto de colinas convexas com uma pequena planície alveolar[3] embutida que não foram dissecadas, por causa da proteção dos níveis de base locais presentes no início do vale. É uma área em que as cabeceiras pararam de avançar devido à resistência oferecida pelos gnaisses (Pps1) do Complexo Paraíba do Sul, formando corredeiras e rápidos locais.

Essas colinas convexas se situam em altitude que vão de 500 a 600 metros e vertentes com declividades de 16°-20° e 21°-25° em posição típica de patamar superior.

Uma característica morfológica peculiar da superfície e da drenagem, vistas a partir de uma visão em planta, chama muito a atenção pelo seu caráter radial centrípeto, observado até mesmo em imagens de satélite, cartas topográficas da região e principalmente no MDT das unidades, a qual denominamos no mapeamento geomorfológico de anfiteatro de drenagem centrípeta (vide mapa geomorfológico). São locais em que a drenagem converge para um canal fluvial central, que sai de vales obseqüentes desembocando no vale principal subseqüente. Estas áreas têm coincidido muito, como vimos em trabalhos de campo, com zonas de maior fraturamento, próximos às falhas e eixos de dobramento locais em gnaisses do Complexo Paraíba do Sul (Pps1). São pequenas estruturas, outrora a moda de pequenos domos, que foram exumadas e esvaziadas por uma drenagem de cabeceiras radiais convergente para o centro, conectados a um canal, circunscritas

[3] O termo planície alveolar foi introduzido na literatura geomorfológica brasileira por ocasião dos trabalhos de Francis Ruellan, segundo Ab'Sáber (1965), significando áreas de deposição fluvial incorporadas pelos rios às margens fluviais e funcionando como depósitos correlativos da história Quaternária local.

a níveis mais altos do modelado local. São, portanto, formas de relevo estruturais muito particulares.

Em termos de morfologia, compartimentação topográfica e geometria dos elementos das formas (vertentes, topos e fundos de vale) há diferenças básicas no relevo desta unidade, conforme a posição ao longo da mesma. Não obstante, as planícies fluviais respondem pela monotonia da paisagem em áreas próximas às confluências fluviais, mas nas imediações dos vales estruturais e de seccionamento, elas adentram as escarpas à moda de pequenos corredores, dando lugar a substituição de vertentes regulares e suaves de vales fluviais abertos, para as próprias escarpas dissecadas de maior nível altimétrico de pronunciamento.

Acima dessas escarpas dissecadas estão os morros dissecados, com topos e vertentes ora aguçados e ora suavizados por processos de arredondamento, como podemos ver pelo perfil C – C' na fig (44).

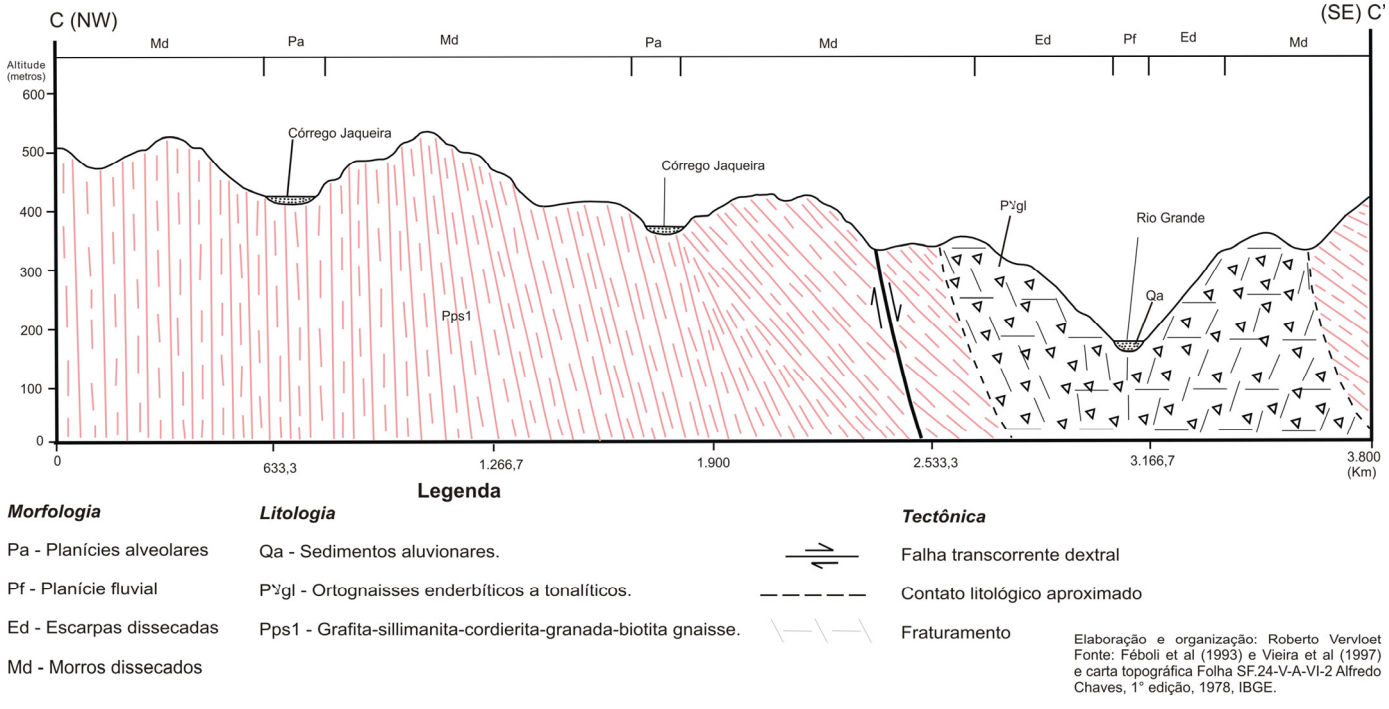


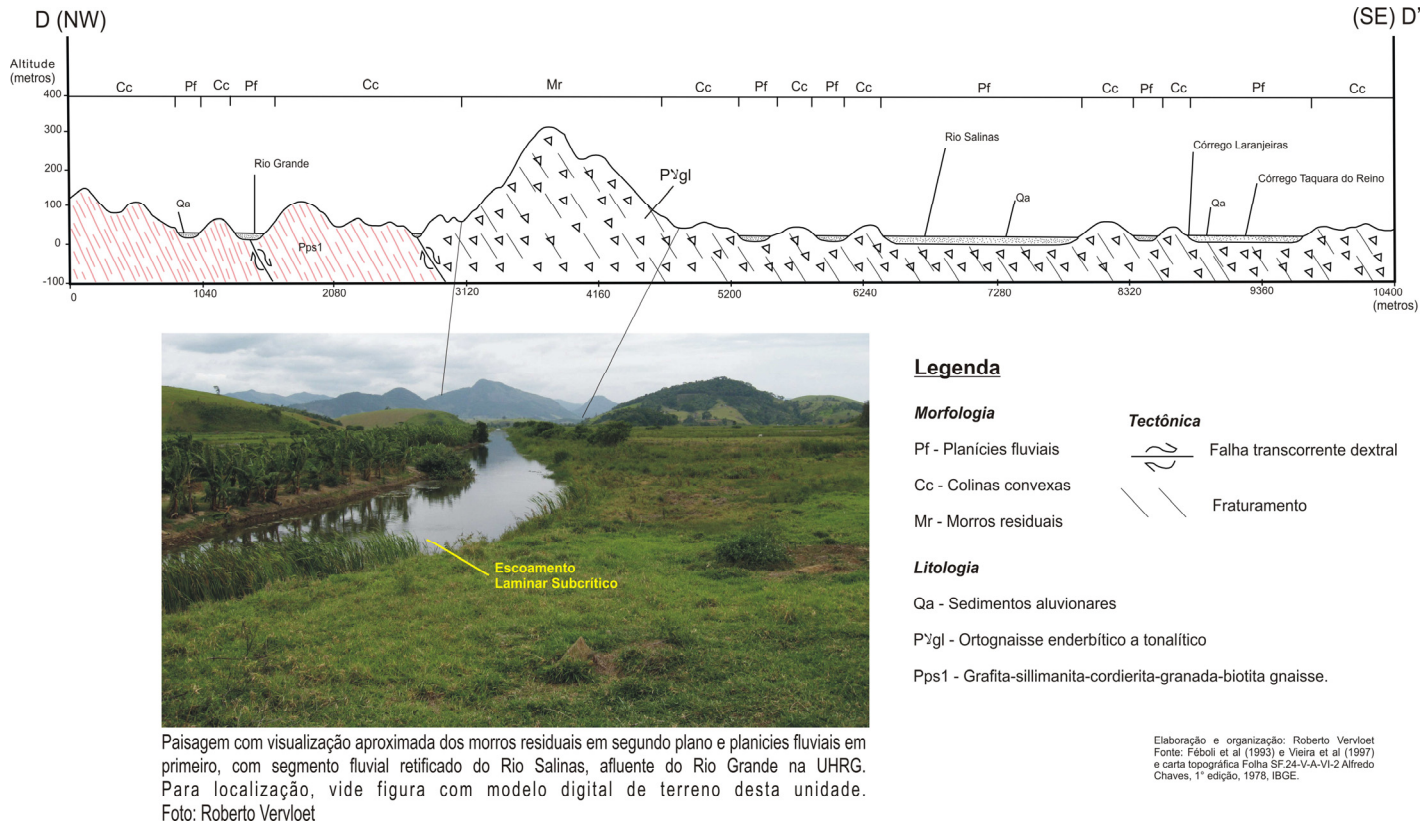
Figura (44). Perfil morfogeológico C – C' da URG.

Importante é o significado expressivo da posição geomorfológica do Rio Grande em nível altimétrico mais baixo e no centro do maciço intrusivo correspondente aos ortognaisses enderbiticos (PƳgl) sin a tardi-tangenciais. Sem a menor sombra de dúvida, trata-se de um canal subseqüente que disseca este maciço por encaixamento de erosão fluvial do canal de 4° ordem (neste ponto), em pretéritos fraturamentos existentes em dorso superior de maciço rochoso, que diminuem de densidade deste para o centro, dificultando esse encaixamento à medida que o rio entalha o maciço.

Não menos importante é a presença de uma falha transcorrente dextral condicionando um pequeno patamar de ruptura na transição entre as escapas dissecadas e os morros dissecados, onde um pequeno vale de canal de 1ª ordem impõe seu inicial desenvolvimento.

Essas falhas e a importância delas como elementos tectônicos que condicionam a evolução geomorfológica estrutural dos grupos de formas de relevo, bem como do encaixamento dos canais de maior ordem (entre 3ª e 4ª ordem), são mais bem visualizadas por meio do perfil D – D' na fig. (45), que elaboramos para tal fim (vide localização na imagem de MDT desta unidade).

Observar que, se no perfil anterior o Rio Grande encontrava-se encaixado em vale proveniente de dissecação em zona de fraturamento, neste, o mesmo, praticamente, asila-se em uma falha também de transcorrência dextral que é limitante da ZCI.



Paisagem com visualização aproximada dos morros residuais em segundo plano e planicies fluviais em primeiro, com segmento fluvial retificado do Rio Salinas, afluente do Rio Grande na UHRG. Para localização, vide figura com modelo digital de terreno desta unidade. Foto: Roberto Vervloet

Figura (45). Perfil morfogeológico D – D' da URG.

As colinas convexas deste setor da unidade, por sua vez, são de topos mais arredondados e encontram-se rebaixadas, como podemos ver pela fig. (46).

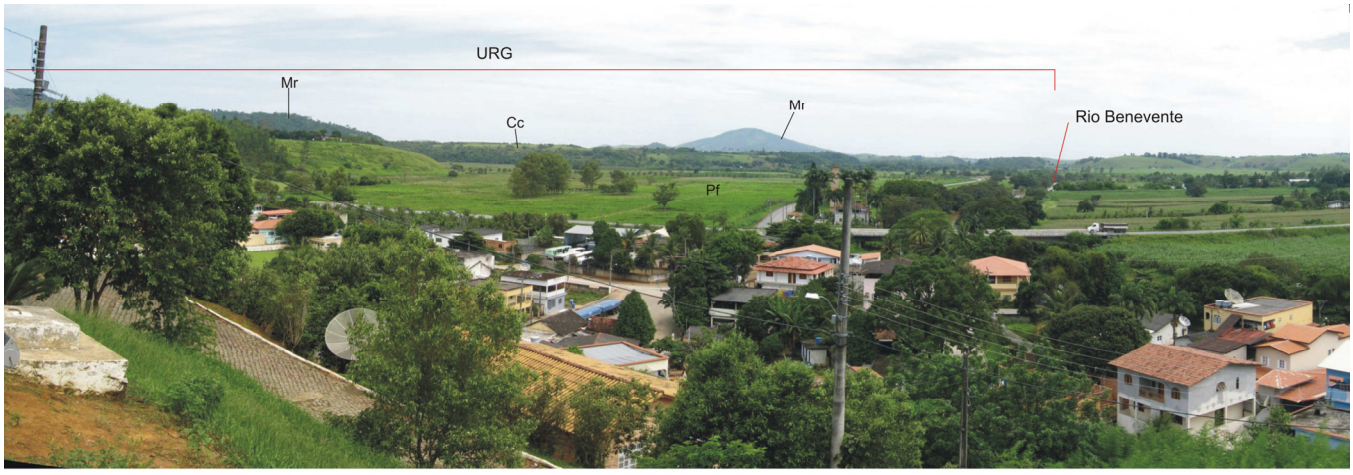


Figura (46). Paisagem de parte da URG, observada a partir do distrito de Jabaquara, em direção a NE - E, aonde pode-se visualizar parte das formas de relevo deste local. Para localização vide figura com a imagem de MDT.
Legenda: URG - Unidade Rio Grande, Pf - Planície fluvial, Cc- Colinas convexas, Mr - Morros residuais.
Foto e elaboração: Roberto Vervloet.

Elas apresentam vertentes menos inclinadas à proporção em que se distanciam dos canais fluviais que, neste setor, chegam com maior nível de hierarquia de drenagem e com maior poder de erosão fluvial lateral por processos de corte de meandro, uma vez que os mesmos têm padrão meandrande de carga suspensa, predominantemente, de sedimentos finos.

Morfometricamente possuem altitudes de 20 a 100 metros e vertentes com classes clinográficas de 6°-10°, nas partes côncavas e 11°-15° e 16°-20°, nas porções próximas aos topos.

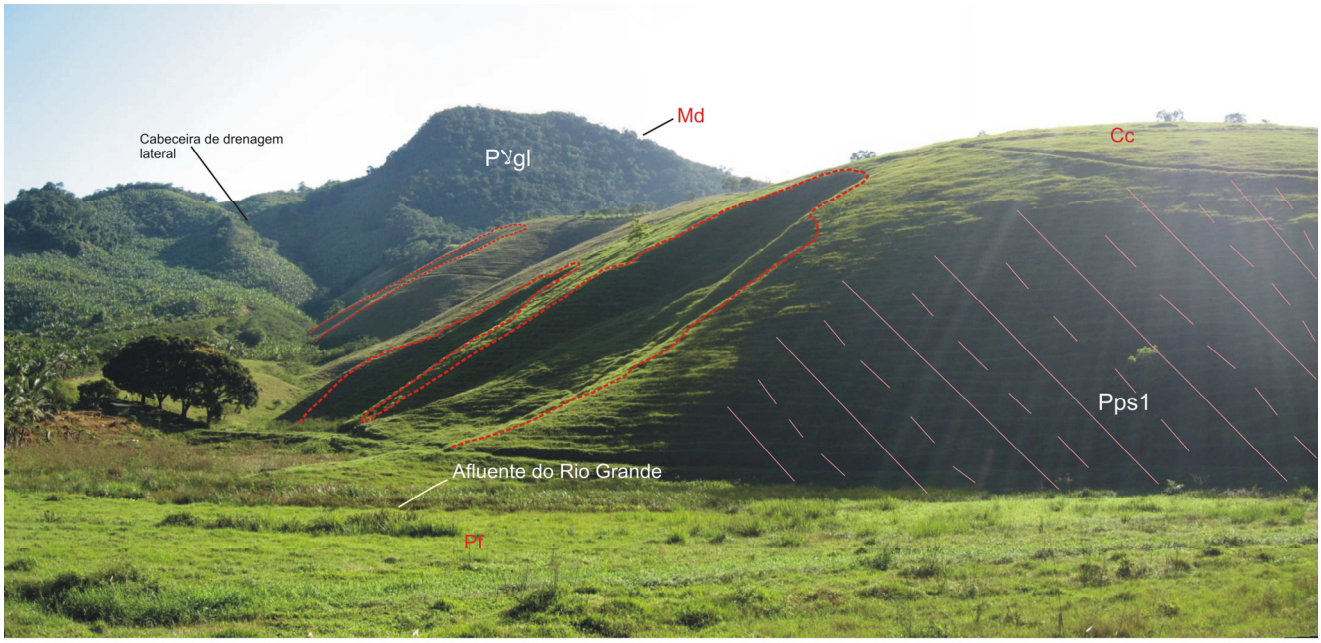


Figura (47). Processos de movimentos de massa em vertentes inclinadas das colinas convexas da URG. Visada para N. Local: estrada que vai da Br 101 para São Miguel. Fotos e elaboração: Roberto Vervloet

Legenda

Pf - Planície fluvial
Cc - Colinas convexas
Md - Morros dissecados.
PƳgl - Ortognaisses enderbíticos a tonalíticos
Pps1 - Grafita-sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaisses
- Superfície de ruptura.
Ângulo de foliação da rocha (aproximado em 40ºSE)

É possível observar e registrar ao longo da paisagem, a ocorrência de processos de movimentos de massa existentes nestas colinas convexas, próximas às regiões de contato com morros dissecados, como se observa pela fig. (47).

Trata-se de processos de vertentes em coberturas pedológicas que possuem mais de 5 metros de espessura, observadas em trabalhos de campo. São ocorrentes somente nas formas de relevo, sustentadas pelas rochas gnáissicas da unidade Pps1, em vários pontos, ao longo de toda a bacia do Rio Benevente, sendo registradas em vários locais das outras unidades, no entanto, com características muito peculiares e propriedades diferentes.

Cumpre lembrar que a superfície de ruptura dessas feições da fig. (47), se estende até a base de contato com o canal fluvial e elas ocorrem nas vertentes mais inclinadas, que se desenvolvem no sentido perpendicular ao mergulho da foliação rochosa. Todavia, elas também podem se desenvolver no sentido do mergulho das foliações, mas com outras propriedades e resultantes processuais. Observa-se que há o desenvolvimento remontante de uma cabeceira de drenagem, disposta lateralmente ao pequeno afluente do Rio Grande, que praticamente disseca e responde pela gênese do vale, em zona de contato litológico entre Pps1 e PЎgl.

As informações concernentes aos parâmetros hidrográficos desta unidade são os que estão representados na tabela 03.

Nota-se que a área desta unidade (136,995 Km²) é próxima da área da sub-bacia do Rio Grande (128,546 Km²), excluindo-se as áreas de drenagem direta (ADD -7,968 Km²), ou seja, a sub-bacia do Rio Grande responde por quase toda a dinâmica hidrológica da sua própria unidade hidromorfológica. A evolução espacial de sua rede de canais, acabou por imprimir um singular subespaço hidrológico, que pode ser tomado como um típico padrão de drenagem.

Tabela 03 – Dados dos Parâmetros Hidrográficos da URG

		Parâmetros Hidrográficos										
	Unidade Rio Grande - URP	**Área (Km²)**	**Ordem**	**Dd**	**Dh**	**Cm (m²)**	**Eps (metros)**	**Rb**	**Rlm**	**Rlb**	**K**	**C**
Sub-bacias e áreas de drenagem direta	**Sub-Bacia Rio Grande**	128,549	6ª	2,495	3,42	400,80	200	3,42	1,78	0,532	1,83	0,333
	Áreas de drenagem direta - ADD	7,968	–	2,723	4,64	367,24	183	1,39	2,62	0,530	–	–
	URG	136,517	_	2,499	3,51	401,60	222	3,52	1,67	0,471	1,900	0,276

Dd – densidade de drenagem, Dh – densidade hidrográfica, Cm – coeficiente de manutenção, Eps – Extensão do percurso superficial, Rb – razão de bifurcação, Rlm – relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem, Rlb – relação entre o índice de comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação, K – fator de forma e C – índice de circularidade.

O único subespaço geomórfico que não participa da sub-bacia do Rio Grande são as áreas de drenagem direta (ADD) da própria unidade.

O rio principal desta sub-bacia é um canal que atinge a 6° ordem de hierarquia, e a mesma esta longe de atingir um formato circular, visto a partir dos índices de K (1,83) e C (0,333), sendo, portanto, menos circular do que as outras sub-bacias da URP. Todavia, esta sub-bacia apresenta planícies fluviais mais amplas e muito bem embutidas, caracterizando intensos processos de inundação, embora sua forma, a princípio, não sugere a ocorrência desta dinâmica hidrogeomórfica.

A despeito de ter uma forma menos circular, comparado-se com as duas sub-bacias anteriores, seus valores de Dd (2,495) e Dh (3,42) são próximos ao da sub-bacia do Rio Pongal, assim como seu Cm (400,80 m²), Rlb (0,532) e Eps (200 m.). Esse fato é muito interessante, porque nos permite inferir que, como ocorre com a rede

hidrográfica do Rio Pongal, há também nesta, a existência de um apreciável controle litoestrutural, atuante na evolução dessa drenagem, que possui grande parte de seus canais, desenvolvidos sobre os ortognaisses enderbítico a tonalítico da unidade PƳgl. Fato que também ocorre com os canais da sub-bacia do Rio Pongal.

A diferença entre as duas está na Rb (3,42) e Rlm (1,78) que são índices influenciados pelo grau de ramificação e desenvolvimento do conjunto de canais que compõem a drenagem. Por ser uma rede que possui um canal que atinge a 6° ordem de hierarquia e ocupar uma área maior de drenagem, essa sub-bacia apresenta um grau de desenvolvimento ligeiramente mais avançado, com relativa supressão de espaços interfluviais. Neste sentido, os canais de primeira ordem foram sendo transformados em segunda ordem, os de segunda em terceira, e assim, sucessivamente, até que houvesse dissecação dos interflúvios que sustentavam os setores mais ramificados da hidrografia. Esse processo ocorre por expansão da rede a montante, determinado por avanço dos canais de cabeceira, com diminuição de espaços interfluviais a jusante dos canais de maior ordem. Devemos lembrar que esse processo de avanço da ramificação, pode ser fortemente influenciada pelo nível de fraturamento das estruturas litológicas do terreno. Isso, necessariamente, implica em se ter taxas diferencias de Rb e Rlm.

Esse processo de rebaixamento e supressão de espaços interfluviais, observado pela sutil diferença numérica dos índices de Rb e Rlm entre as sub-bacias do Rio Gande e Pongal, auxilia explicar o porquê da URG ter a presença de um número menor de colinas convexas, distribuídas em seu espaço, em comparação com a URP. Fato que é perfeitamente perceptível em trabalhos de campo.

Por seu turno, permite explicar também a presença de menor área de ADD nesta unidade, uma vez que, as mesmas foram incorporadas à rede principal, pelo seu processo de expansão, com conseqüente supressão de seus espaços interfluviais.

O rio escolhido para aplicação dos índices de gradiente do canal (SL) e declividade fluvial (S) foi o Rio Grande, por ser o mais extenso, e, portanto, mais importante como agente hidromorfológico desta unidade. Estes dados estão representados na tabela 04.

Tabela 04 – Índices de gradiente do canal (SL) e declividade fluvial (S) do Rio Grande.

Alto curso – Cota máx. – 500 m. Cota mín. – 400 m. Extensão – 712,50 m. Amplitude – 100 m. SL = 100 S = 0,1404m/m	Baixo curso – Cota máx. – 400 m. Cota mín. – 20 m. Extensão – 7.687,50 m. Amplitude – 380 m. SL = 242,80 S = 0,0494 m/m	Médio curso – Cota máx. – 20 m. Cota mín. – 0 m. Extensão – 20.100 m. Amplitude – 20 m. SL = 17,64 S = 0,0010 m/m

O seu perfil longitudinal esta representado com os trechos de alto, médio e baixo curso na fig. (48), onde foram aplicados os índices SL e S.

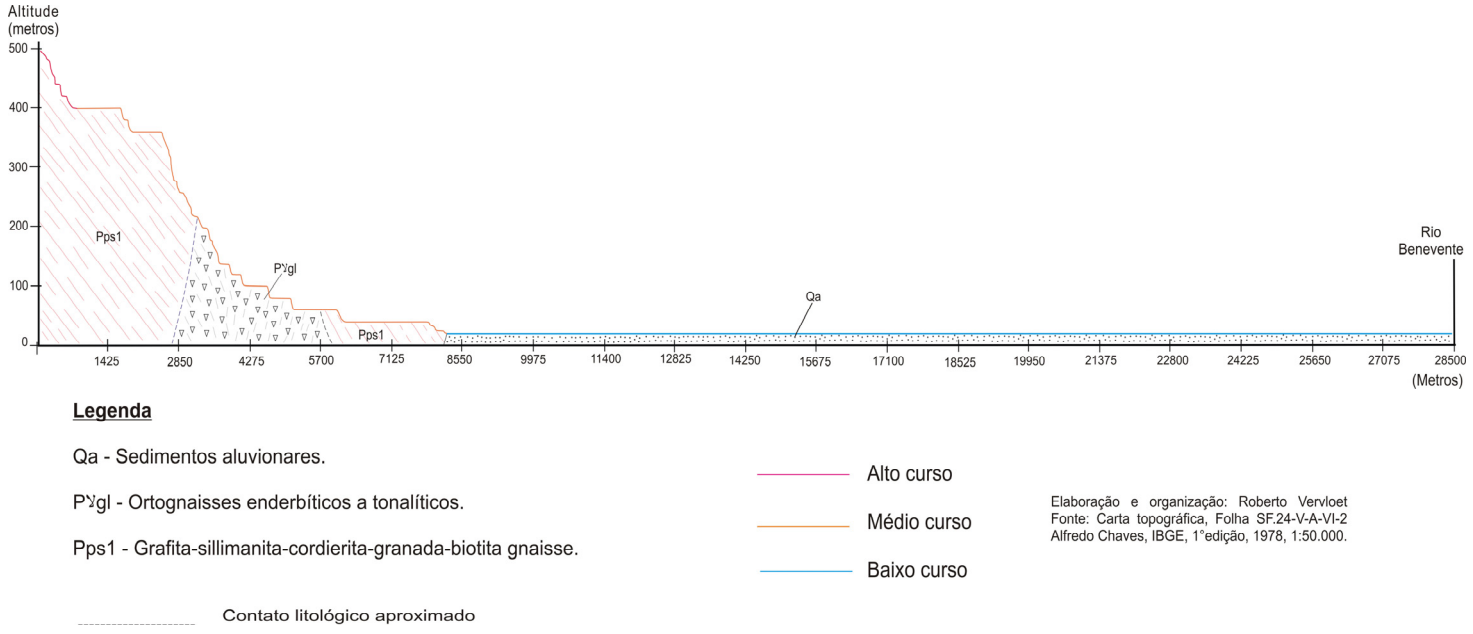


Figura (48). Perfil longitudinal do Rio Grande.

Notar as rupturas de drenagem ao longo de toda a linha do perfil e o nível de concavização em parábola que há em seu médio curso. Isso sugere um avanço do canal, através de recuo erosivo remontante até este setor, com uma relativa estabilização, que foi interrompida após o mesmo atingir um nível próximo dos 370 metros de altitude, recuando rapidamente formando dois patamares próximos aos 400 metros. Trata-se de uma evolução diferencial que muito, provavelmente, esta relacionada a diversidade faciológica destes gnaisses.

Enquanto que sobre as rochas gnáissicas da unidade Pps1, as rupturas (knickpoints em litologia dobrada – vide mapa geomorfológico) são mais pronunciadas do pondo de vista altimétrico, sobre os ortognaisses enderbíticos a tonalíticos da unidade PɣgI apresentam-se escalonados, vistos em dois trechos que podem ser compartimentados, denunciando uma hidrodinâmica de poder erosiva e de entalhamento que refletem nos dados numéricos.

Não há uma tendência seqüencial decrescente dos valores de SL nos respectivos trechos de alto para baixo curso, como acontece com as sub-bacias anteriores. O médio curso tem um valor de SL (242,80) bem maior que o do alto curso que tem valor de SL (100).

Isso ocorre por que o trecho de médio curso é bem mais extenso e com significativos desníveis altimétricos, que vai redundar em um valor de SL maior. É óbvio que nesta ocasião o poder de erosão e entalhamento fluvial é bem maior, influenciado pela diferença de resistência das duas litologias distintas, pela presença

de zona de fraqueza em setor de contato litológico e pelo grau de anisotropia dessas estruturas.

Esse perfil é um exemplo clássico de como o rio evolui desigualmente, conforme a resistência diferencial oferecida pela natureza litológica das litoestruturas que sustentam as formas da paisagem.

4.3 – Domínio Oriental – DOR.

As unidades que se desenvolveram sobre os terrenos deste domínio morfotectônico foram: Unidade Córrego do Pabuçu (UCP – 03), Unidade Rio Corindiba (URC – 04), Unidade Rio Joéba (URJ – 05), Unidade Rio Batatal (URB – 06), Unidade Ribeirão São Joaquim (URSJ – 07) e Unidade Rio Iriritimirim (URI – 08).

4.3.1– Unidade Córrego do Pabuçú – UCP.

Esta unidade é a que possui menor expressão em área territorial no espaço da bacia do Benevente (60,436 Km²), apresentando uma excelente compartimentação, dada pelo caráter subdendrítico de sua rede de drenagem, perfeitamente condizente com o "desenvolvimento" da topografia.

Por não apresentar um controle litoestrutural nítido, observável pelo MDT da fig. (49), e ter uma drenagem concernente com a evolução da topografia deve ser classificada como uma modificação do padrão dendrítico, ou seja, subdendrítico, de acordo com a proposta classificatória de Howard (1967). Pois a diferença básica desta tipologia para com o padrão dendrítico é simplesmente a ausência de perfeição e um secundário controle, que em cada caso pode ser topográfico ou litoestrutural, segundo as idéias deste mesmo autor.

Tanto que as três sub-bacias principais desta unidade, bacia do Córrego Picuá, Córrego Pabuçú e Córrego Mambuaca possuem formato geométrico similar, visto em planta, orientação da drenagem praticamente na mesma direção (SO – NE) e

uma rede fluvial com ramificações de igual proporção e estrutura, como se pode ver pelo modelo digital de terreno desta unidade. O resultado é uma condição geomórfica de forte interação entre geometria de formas do relevo e o esforço hidráulico dos canais em afeiçoar ou reafeiçoar a superfície. Fato que reforça o princípio de estudo a qual nos filiamos, fundamentado na idéia de relevo como representação geométrica de processos, como escrevemos no parágrafo inicial deste trabalho.

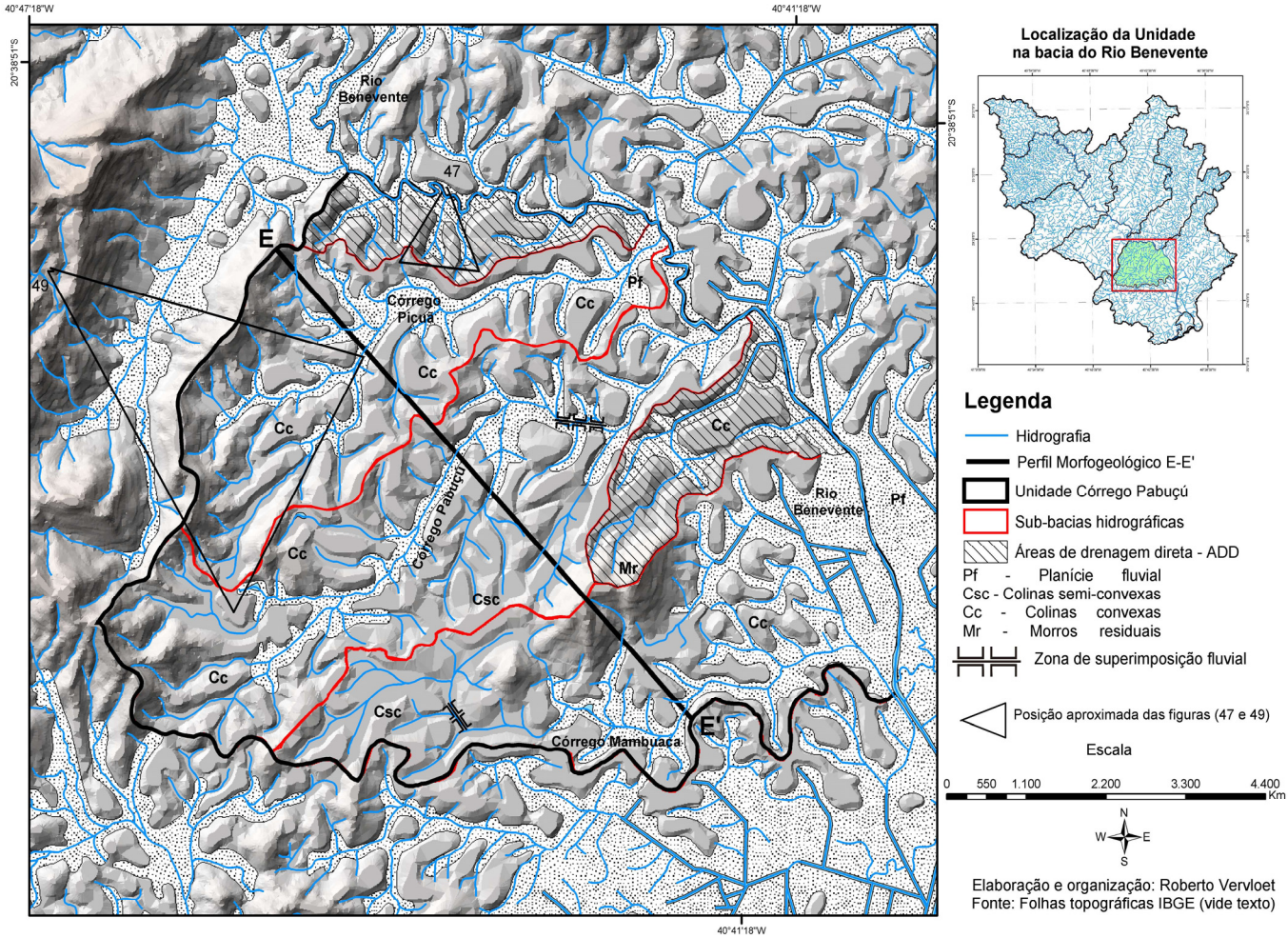


Figura (49). Modelo digital de terreno da Unidade Córrego do Pabuçú – UCP.

Em termos de compartimentação, essa unidade apresenta uma forte presença das planícies fluviais que se distribuem em características ramificadas, por vales que vão

se fechando à medida que se sobe os cursos d'água principais das respectivas sub-bacias.

Essas planícies estão circundadas por colinas convexas e colinas semi-convexas, salvo o morro residual na parte sudeste que, como acontece com as outras unidades, é sustentado pela resistência oferecida pelos gnaisses do Complexo Paraíba do Sul (Pps1).

As colinas convexas possuem uma geometria com topos bem arredondados em contato abrupto com as planícies fluviais, como podemos ver pela fig. (50), que se afunila ao adentrar os canais tributários de 2ª e 1ª ordem.

Figura (50). Setor de colinas convexas em contato abrupto com planícies fluviais ramificadas por canais de 1ª e 2ª ordem na UHCP. Visada para SSW. Local: estrada da Br 101 para Alfredo Chaves. Legenda: Pf - Planícies fluviais, Cc - Colinas convexas.
——— Contato morfológico abrupto.

Foto e organização: Roberto Vervloet

A ramificação que configura a drenagem, controlada secundariamente pela topografia, é a principal característica do padrão subdendrítico e responde pelos processos de evolução de cabeceiras e sub-cabeceiras de drenagem, que em um determinado momento de seu desenvolvimento passa a ter drenagem perene de 1ª

ordem, escoando concentradamente na superfície, gerando e aumentando a rede de tributários conectados ao canal principal.

É de todo modo evidente que o entendimento de tal processo envolve o estudo de variáveis da cobertura pedológica em interação com agentes hidrogeomorfológicos e tectono-estruturais atuantes nas vertentes. Coisa que não fizemos em nenhuma etapa deste trabalho, dado o nível de complexidade, tempo e escala de análise do mesmo. Mas é de suma importância citar tais fatos que são passiveis de observação na paisagem geomórfica destes terrenos.

A característica geométrica de topos arredondados que, em certos casos passa a "mamelonizar" quase que por completo todas as colinas, pode ser percebido pelo estágio inicial de desenvolvimento das cristas dos morros residuais, embora ocorram incipientemente como assimétricas, observadas através do perfil E – E' fig. (51); no campo, são de uma proporção geométrica entre seus flancos, que não nos oferece outra alternativa a não ser classificá-las como cristas simétricas.

Esse processo de arredondamento dos topos das colinas e das cristas dos morros

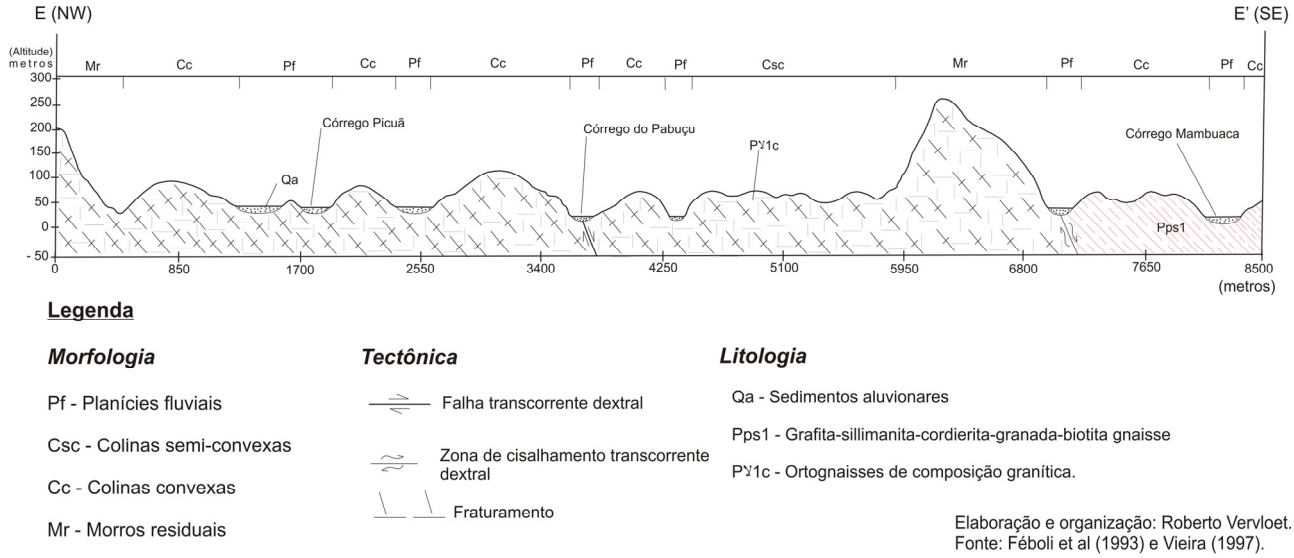


Figura (51). Perfil morfogeológico E - E' da UCP.

residuais oblitera todo o condicionante estrutural litológico, dado pela assimetria do mergulho da foliação rochosa e textura das mesmas. Sem a menor objeção, trata-se de processos geomórficos de caráter geoquímico, o qual o fator de clima tropical úmido é o mais preponderante, seguido pela importância da densidade de fraturamento e variação faciológica da textura das rochas que sustentam estas formas de relevo, em especial, os ortognaisses graníticos (PЎ1c).

Mais importante é levar em consideração o contexto pelo qual o arredondamento total das colinas responde pela mudança na classificação de colinas semi-convexas para colinas convexas, sempre nos grupos de formas que estão próximos dos canais fluviais, como podemos evidenciar através da observação do perfil E – E'. É óbvio que aqui estamos chamando a atenção para a participação do poder erosivo fluvial nesse processo de "mamelonização".

É o aumento da ramificação da rede fluvial e o controle dos níveis de base, efetudado pelos canais de maior ordem de hierarquia (3ª e 4ª ordem nesse caso), que respondem por essa mudança na geometria.

Também é importante observar que esse aumento da ramificação somente ocorre após um processo de superimposição fluvial sobre setores de estruturas rígidas orientadas para NE, mesmo sendo homogênea a unidade litológica, pois quase todas as formas de relevo são sustentadas por ortognaisses graníticos PЎ1c. Em certos casos, é verdadeiramente um seccionamento das estruturas, após um breve e provável período de estabilidade do entalhamento fluvial, como parece ser o caso

do Córrego Mambuaca, onde o mesmo secciona as estruturas rígidas, neste caso dos gnaisses (Pps1) do Complexo Paraíba do Sul, se superimpondo às mesmas.

Num outro caso é o Córrego Pabuçú que realiza o mesmo processo, aumentando a densidade de sua rede fluvial, após seccionar as estruturas graníticas dos ortognaisses.

Para destacar esse processo de superimposição nas unidades, o mapa geomorfológico vem sempre acompanhado – quando tal situação for de destaque – de uma simbologia que reflete tal contexto geomórfico.

Notar que sobre as falhas transcorrentes, observadas pelo perfil, há sempre a presença de um canal fluvial que aparece frequentemente em nível altimétrico mais baixo, devido ao seu encaixamento. Não acreditamos ser uma mera coincidência, que esse encaixamento nessas zonas de fraqueza, ocorra sempre com canais que ultrapassem a 3ª ordem no nível de hierarquia das respectivas unidades.

Uma característica que facilita a percepção da compartimentação desta unidade é a presença de morros residuais, que circundam as colinas convexas, como é possível visualizar através da fig. (52)

São morros residuais gerados nos gnaisses do Complexo Paraíba do Sul (Pps1) que estão sempre aparecendo como rochas mais resistentes à dissecação fluvial. Certamente, em um passado remoto, tal grupo litológico cobria vastos espaços, situados em posição sobreposta aos ortognaisses graníticos (PɣIc), sendo quase

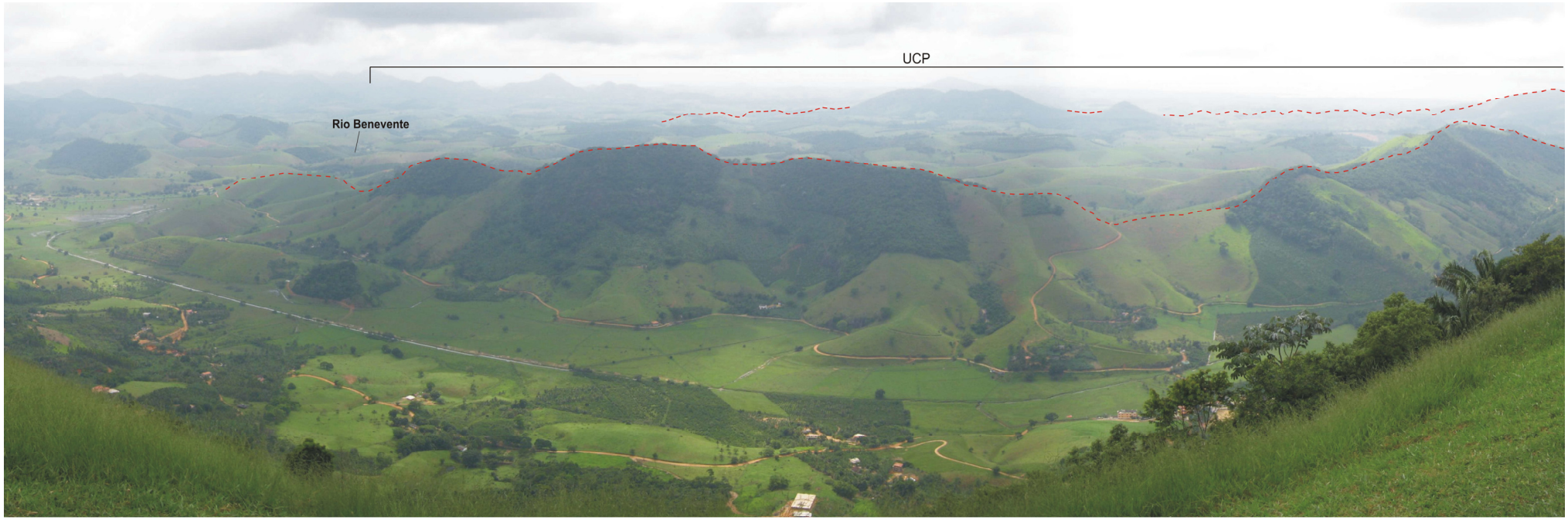


Figura (52). Paisagem com a delimitação aproximada da UCP, evidenciando os morros residuais com cristas simétricas que a delimitam, vistos a partir de sua porção oeste em direção a nordeste. Notar a sutileza da compartimentação e o conjunto de colinas arredondadas de seu espaço interior, onde as drenagens das respectivas sub-bacias se instalaram. Foto tirada a partir da pista de vôo livre Cachoeira Alta. Organização: Roberto Vervloet

- - - - - - Linha de delimitação aproximada.

que totalmente dissecados em períodos geológicos posteriores, o qual não é possível ainda saber.

Eles possuem cotas que vão de 20 a 300 metros de altitude e predominância de vertentes com classes de inclinação entre 16°-20°, situadas em terços médios, 21°-25° e 26°-30° nos setores das linhas de contato destas com as planícies fluviais. São as formais de relevo de cotas mais altas nesta unidade.

Em termos de parâmetros hidrográficos esta unidade apresentou os seguintes dados, que estão representados na tabela 05.

Tabela 05 – Dados dos Parâmetros Hidrográficos da UCP

		Parâmetros Hidrográficos										
	Unidade Córrego Pabuçú - UCP	**Área** (Km²)	**Ordem**	**Dd** (m/Km²)	**Dh**	**Cm** (m²)	**Eps** (metros)	**Rb**	**Rlm**	**Rlb**	**K**	**C**
Sub-bacias e áreas de drenagem direta	**Córrego Picuã**	13,964	4ª	2,739	3,93	365	182	3,73	2,31	0,708	1,670	0,357
	Córrego Pabuçú	20,363	4ª	2,680	3,48	373	186	3,86	2,91	0,870	1,850	0,292
	Córrego Mambuaca	18,258	4ª	2,480	3,23	403	201	3,86	3,38	0,650	1,770	0,315
	Áreas de drenagem direta	7,688	-	1,937	2,86	518	259	4,10	1,21	0,370	-	-
	URP	60,436	-	2,53	3,43	395	197	3,85	2,07	0,550	1,410	0,503

Dd – densidade de drenagem, Dh – densidade hidrográfica, Cm – coeficiente de manutenção, Eps – Extensão do percurso superficial, Rb – razão de bifurcação, Rlm – relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem, Rlb – relação entre o índice de comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação, K – fator de forma e C – índice de circularidade.

Ao observar a tabela 05, o que nos chama a atenção é a proximidade dos dados de alguns índices existentes paras as três sub-bacias.

Trata-se dos dados de Dd, Dh, Eps, Rb das três sub-bacias, que possuem valores muito próximos, se diferenciando em termos de casas decimais. Nota-se que o canal principal das mesmas atinge, também, as mesmas ordens de hierarquia, isto é, são rios de 4°ordem, sendo que as sub-bacias dos Córregos Mambuaca e Pabuçú, ocupam áreas territoriais quase no mesmo tamanho (18,258 km²) e (20,363 km²), respectivamente.

Essa similaridade dos dados hidrográficos nestes parâmetros, confere a existência de sistemas de drenagem que possuem processos de evolução idênticos, em termos de expansão areal e assimilação de espaços verticais[1], sem que, necessariamente, se fale na presença de um controle litoestrutural e tectônico nítido, embora sua influência não deva ser destacada.

O comportamento hidrológico das mesmas também serão similares, pois os índices de K e C não apresentam grandes discrepâncias, inferindo na possibilidade da existência de grande capacidade de escoamento dos débitos fluviais, em eventos de inundação, mesmo que estas sub-bacias estejam longe do formato circular.

A pequena diferença nos índices dos parâmetros de Rlb e Rlm das três sub-bacias, estão relacionados a estágios diferenciais de evolução da rede de drenagem. Notar na imagem MDT, que o Córrego Mambuaca possui em seu espaço interior, a presença de morros residuais em ortognaisses PƳ1c, que interferem na ramificação

[1] A assimilação de espaços verticais diz respeito à aquisição, pelas redes de drenagem em expansão, de extensões territoriais por processos de avanço dos canais, sobre as formas de relevo que apresentam maiores altitudes. Deste modo, quanto mais avançada for a rede sobre áreas de topografia rugosa, melhor será a regularidade, em tese, de sua perenidade e busca de equilíbrio dinâmico, salvo as condições hidrológicas, geológicas, climáticas e morfológicas que também interferem neste fator.

da rede desta sub-bacia, influenciando a sua composição e implicando na discrepância dos valores dos índices desta. Fato que também se relaciona ao seu índice de Dd (2,480) e Cm (403 m²). Diferentemente, nos outros dois córregos, a sub-compartimentação geomórfica é mais embutida e homogênea, com a nervura da hidrografia igualmente desenvolvida sobre os espaços, implicando em menos desigualdade nestes dados.

Portanto, hidrogeomorficamente, estas redes possuem sistemas de drenagem com configurações similares de evolução, que se diferenciam muito sutilmente. Portanto, perfeitamente condizentes com as propriedades morfológicas dos terrenos que ocorrem no espaço interior da unidade.

Os dados de perfil longitudinal foram realizados para as três sub-bacias e estão representados nas figuras (53, 54 e 55), apresentando resultados relativamente similares, tanto em termos de traçado da linha longitudinal, quanto aos dados que se referem aos índices de gradiente de drenagem (SL) e declividade fluvial (S), que estão nas tabelas 06, 07 e 08.

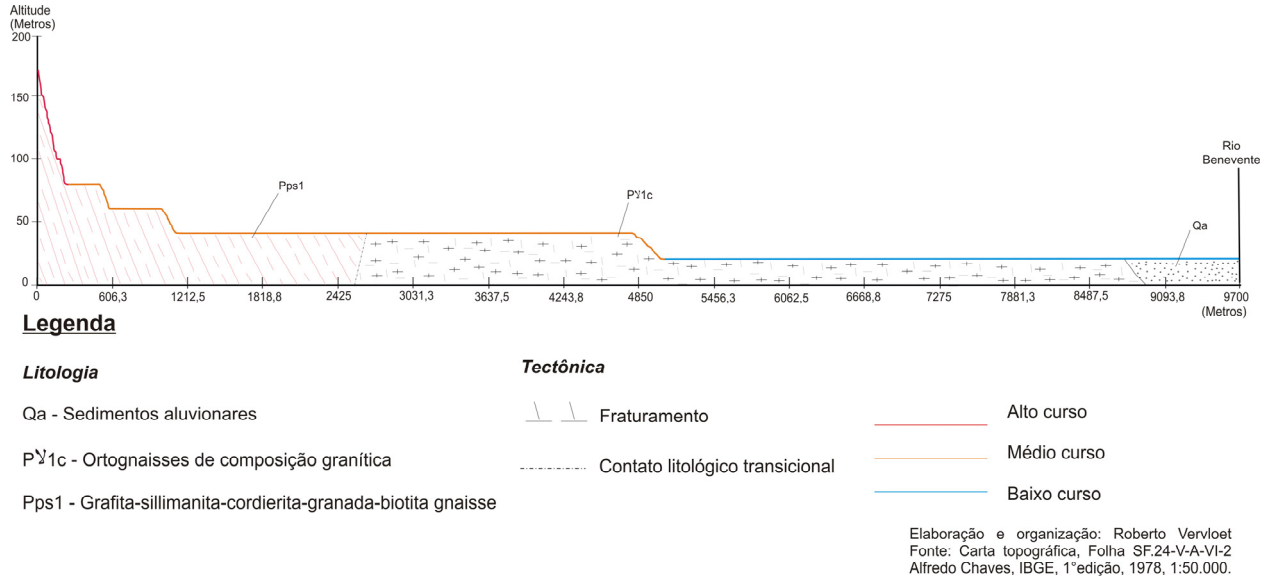


Figura (53). Perfil longitudinal do Córrego Picuã.

Tabela 06 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) do Córrego Picuã.		
Alto curso – Cota máx. – 220 m Cota mín. – 70 m. Extensão – 303 m Amplitude – 150 m SL = 150 S = 0,495 m / m	Médio curso – Cota máx. – 70. Cota mín. – 15 Extensão – 4,797 m Amplitude – 55 m. SL = 30,96 S = 0,0115 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 15 Cota mín. – 0 m. Extensão – 4,600 m Amplitude – 15 SL = 24,13 S = 0,0033 m / m

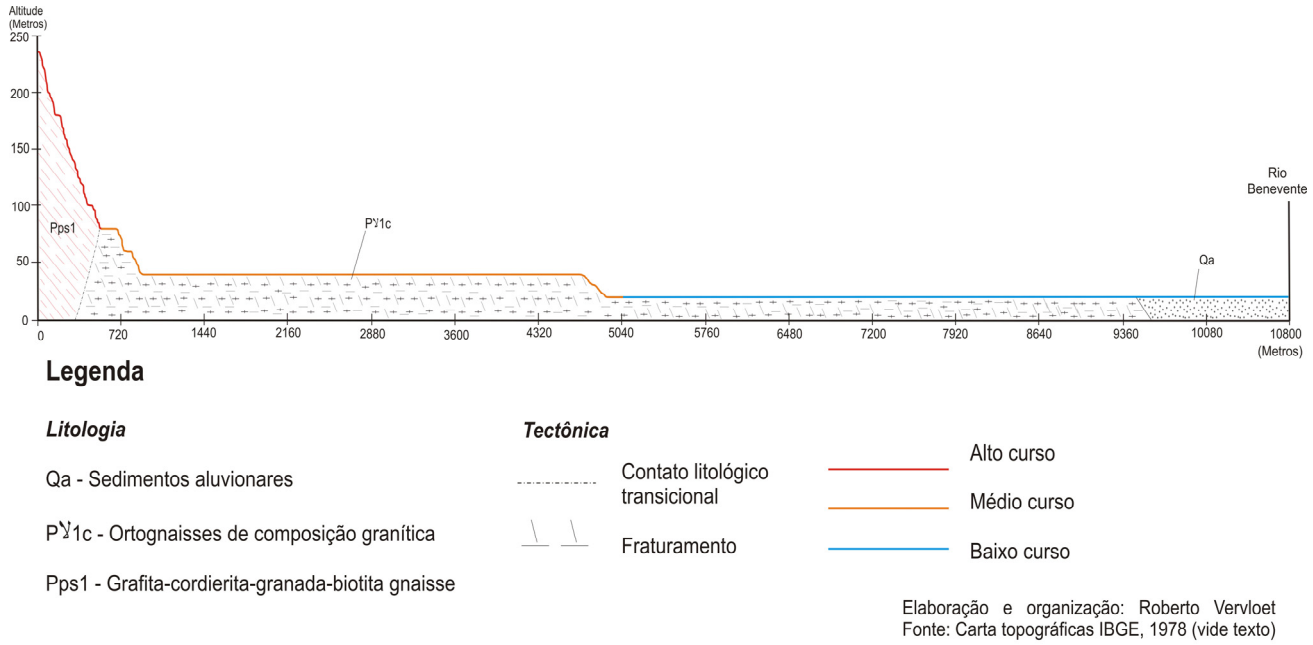


Figura (54). Perfil longitudinal do Córrego Pabuçú

Tabela 07 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) – Córrego Pabuçú		
Alto curso – Cota máx. – 250 m Cota mín. – 70 m Extensão – 600 m Amplitude – 180 m SL = 180 S = 0,300 m / m	Médio curso – Cota máx. – 70 m Cota mín. – 15 m Extensão – 4,400 m Amplitude – 55 m SL = 35 S = 0,0125 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 15 m Cota mín. – 0 m. Extensão – 5,760 m. Amplitude – 15 m. SL = 20,52 S = 0,0026 m / m

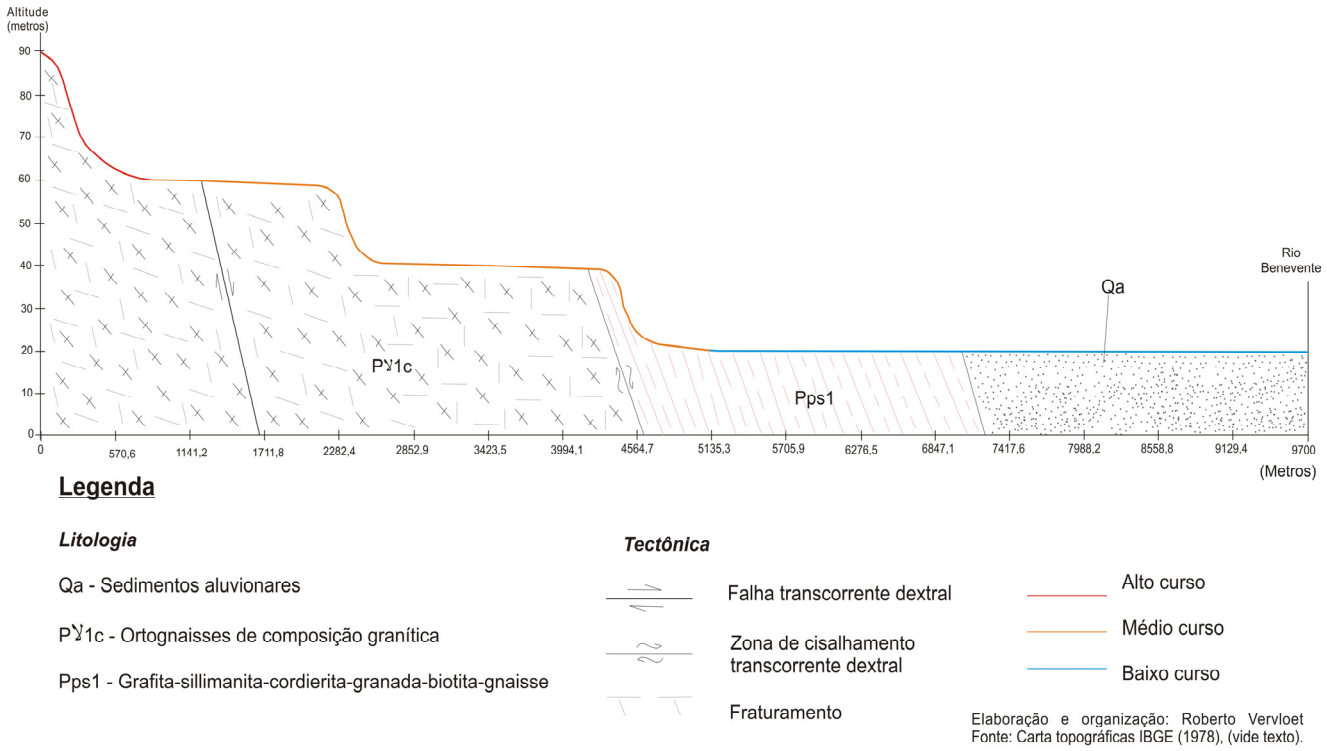


Figura (55). Perfil longitudinal do Córrego Mambuaca.

Tabela 08 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) – Córrego Mambuaca		
Alto curso – Cota máx. – 90 m Cota mín. – 50 m Extensão – 855 m. Amplitude – 40 m. SL = 40 S = 0,0468 m / m	Médio curso – Cota máx. – 50 m. Cota mín. – 20 m. Extensão – 4,280 m. Amplitude – 30 m. SL = 30 S = 0,0070 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 20 m. Cota mín. – 0 m. Extensão – 4,565 m. Amplitude – 20 m. SL = 32,49 S = 0,0044 m / m

Notável é a aparência análoga dos perfis longitudinais dos Córregos Picuã e Pabuçú, desenvolvidos nos mesmos substratos rochosos, nos setores de médio curso que foram instalados sobre os ortognaisses graníticos (PƳ1c) fraturados. Fato que refletiu nos índices numéricos dos dados de SL e S, que são também muito próximos em termos de valores, evidenciando uma dinâmica de projeção da erosão fluvial muito similar para estes dois canais. Isso implica, portanto, em se entender

porque os valores dos dados de parâmetros hidrográficos são relativamente similares, observados nessas duas sub-bacias e representados na tabela 05.

A diferença mais significativa é com relação ao perfil do Córrego Mambuaca, que por alcançar um desenvolvimento incipiente em seu perfil, pois o mesmo nasce em cota mais baixa (90 metros de altitude), não foi capaz de desenvolver seu canal por assimilação de espaços verticais da paisagem, como as outras duas sub-bacias, embora este canal possui praticamente o mesmo comprimento dos outros. Deste modo, seus valores de SL e S para os respectivos trechos fluviais, irão ser mais baixos, inferindo em menor poder fluvial de entalhamento deste canal.

Não é coincidência, portanto, que os grupos de formas de relevo, o formato geométrico (visto em planta) e a configuração da rede fluvial destas duas sub-bacias que apresentam dados similares, sejam iguais em proporção, geometria e tamanho. Fato que nos leva a conceber a idéia de sub-compartimentos de relevo, perfeitamente condizentes com a evolução dessas redes hidrográficas.

4.3.2 – Unidade Rio Corindiba – URC.

Se existe na natureza um padrão que seja perfeitamente representativo do tipo treliça falhado, esse, sem sombra de dúvida, é a Unidade Rio Corindiba. Trata-se de uma unidade que se encaixa perfeitamente dentro das características necessárias para classificá-la como aquilo que Howard (op. cit.) designava de padrão em treliça falhado.

Essa unidade é caracterizada por uma única sub-bacia que possui seu canal principal Rio Corindiba nascendo em cotas altimétricas na ordem de 820 metros e percorrendo mais de 31.000 metros até desembocar no Rio Benevente. Todo o espaço dessa unidade compreende a área dessa sub-bacia mais a área da ADD (Área de Drenagem Direta), situada na porção inferior esquerda da imagem.

O Rio Corindiba é um típico canal subseqüente de 6º ordem que flui encaixado em uma falha transcorrente dextral gerada em zona de contato litológico entre duas unidades litológicas distintas, os ortognaisses de composição granítica (PɣIc) e os grafita-sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaisses do Complexo Paraíba do Sul (Pps1).

A principal forma de relevo predominante nessa unidade são as escarpas, que se alternam em erosivas e dissecadas, conforme o grau de desenvolvimento dos tributários obsequentes do Corindiba que, ao mesmo tempo, respondem pelos vales laterais ao eixo falhado e aberto pelo mesmo, como vemos pelo MDT da fig. (56) desta unidade.

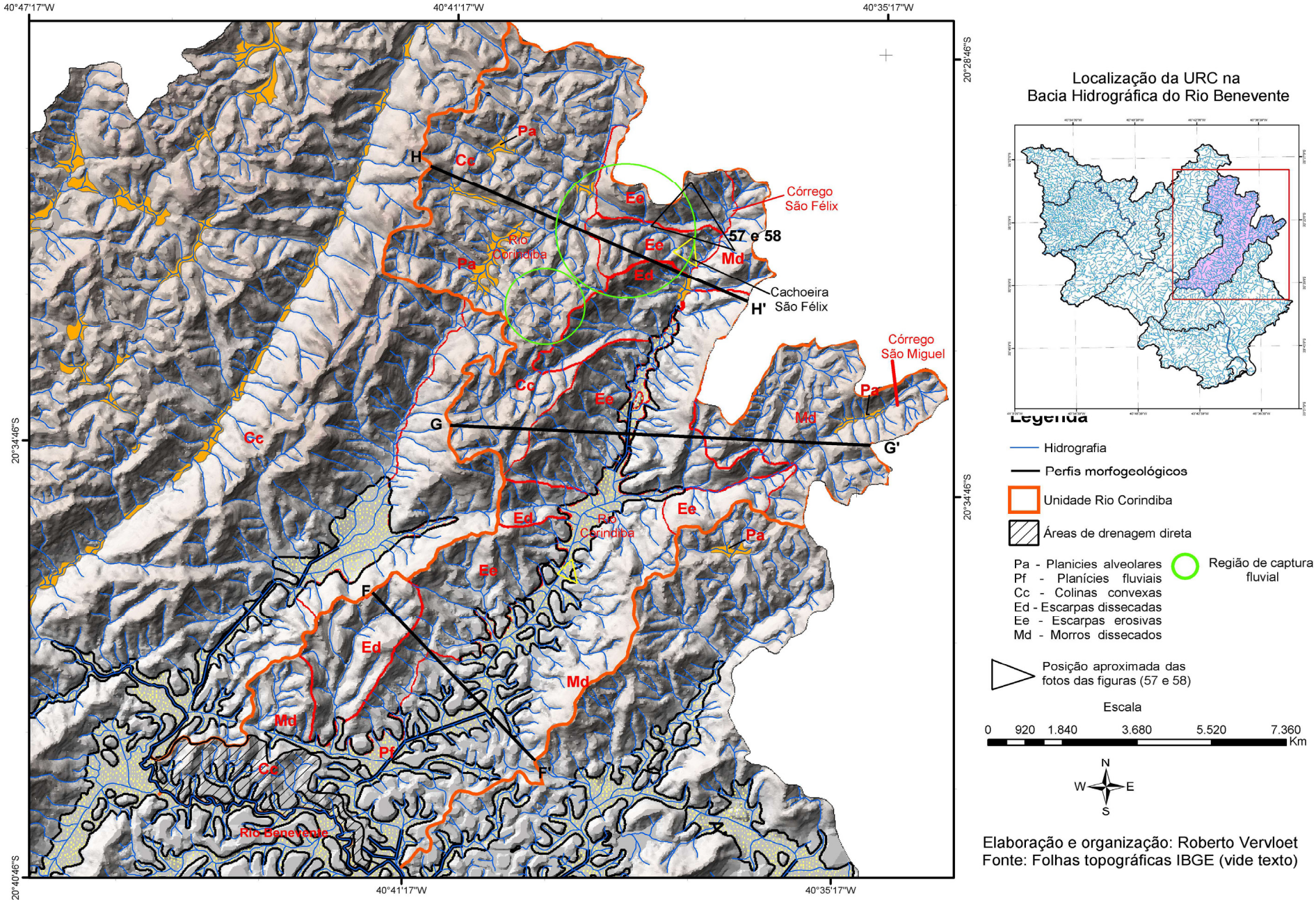


Figura (56). Modelo digital de terreno da Unidade Rio Corindiba – URC.

O Vale do Rio Corindiba é caracterizado pela presença de colinas convexas na sua porção inicial, que sempre estão entremeadas pelas planícies fluviais, que adentram até o ponto geométrico de ruptura destas com as escarpas, em alguns locais. São lugares onde os pequenos tributários obseqüentes expandiram seus eixos longitundinais até próximo de suas cabeceiras.

Essas colinas são de natureza residual, levando-nos a inferir a idéia de zonas de maior resistência das litoestruturas que sustentam a paisagem. Apresentam altitudes que não passam de 100 metros e os topos têm uma perfeita geometria de característica convexa. As vertentes tem inclinações homogêneas entre classes que vão de 16°-20° e 21°-25°.

Nesses locais, as planícies são mais largas e sempre associadas às colinas convexas, que são mais arredondadas quanto mais próximas forem das zonas de confluência entre os tributários do Corindiba e o mesmo. Tais características geométricas podem ser visualizadas pelo perfil morfogeológico F – F' da fig. (57).

É possível observar também as diferenças altimétricas nas posições das planícies fluviais que, certamente, se desenvolveram devido à proteção de knickpoints[17] situados em zonas de contato litológico e de dobramento, com prováveis processos de migmatização associados.

[17] Knickpoints é um termo da literatura geomorfológica de língua inglesa, utilizado para designar pontos de interrupção da declividade longitudinal dos leitos fluviais. São locais onde se formam cachoeiras, cascatas, quedas d'água e rápidos. Na presente pesquisa, classificamos estas feições em dois tipos: *knickpoints em litologia dobrada* e *knickpoints em zona de contato litológico*. Muitos são os motivos para a ocorrência deste fenômeno nos leitos fluviais. Optamos por tais classificações por enfatizarem mais o aspecto estrutural.

Tais knickpoints não estão associados somente às planícies fluviais, mas principalmente às planícies alveolares, que são formas de relevo que tem a gênese associada ao desenvolvimento de uma área de barramento da erosão regressiva dos canais, controlado pelo poder dinâmico do mesmo. Eles estão presentes em incontáveis situações, tanto do canal principal quanto de seus tributários.

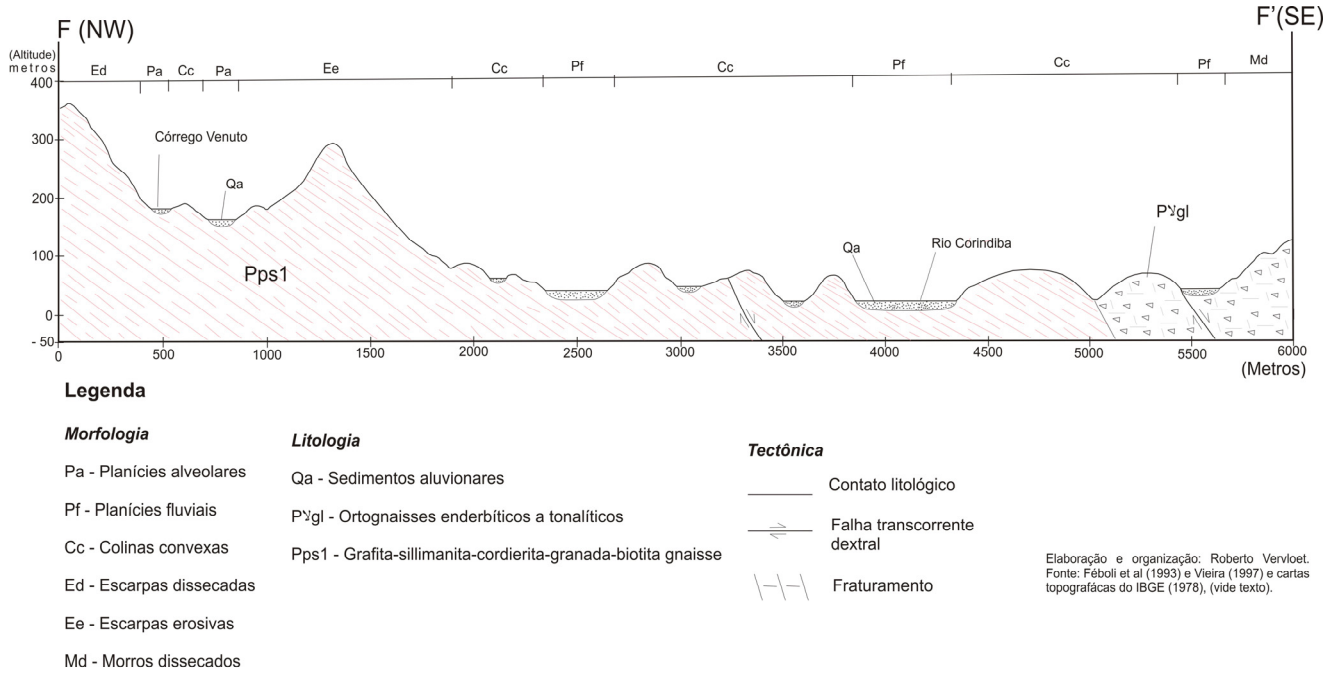


Figura (57). Perfil morfogeológico F - F' da Unidade Rio Corindiba - URC.

A URC como um todo é muito bem caracterizada pela presença das escarpas erosivas e dissecadas. Na mesma é muito evidente a relação entre processos de seccionamento e festonamento ocasionado pelo avanço das cabeceiras dos tributários obsequentes.

Já discorremos sobre a diferença entre escarpas dissecadas e erosivas, no entanto, vale a pena lembrar tal fato com maior nível de detalhe e argumentação, devido às peculiaridades geomórficas do relevo escarpado desta unidade.

Pela imagem do MDT desta unidade, pode se visualizar a presença sempre alternada, entre uma série de vertentes escarpadas e seccionadas em vales de seccionamento (escarpas erosivas), e vertentes mais dissecadas com vales de festonamento (escarpas dissecadas), nos dois lados do vale do Rio Corindiba. Ambos estão representados no mapa geomorfológico.

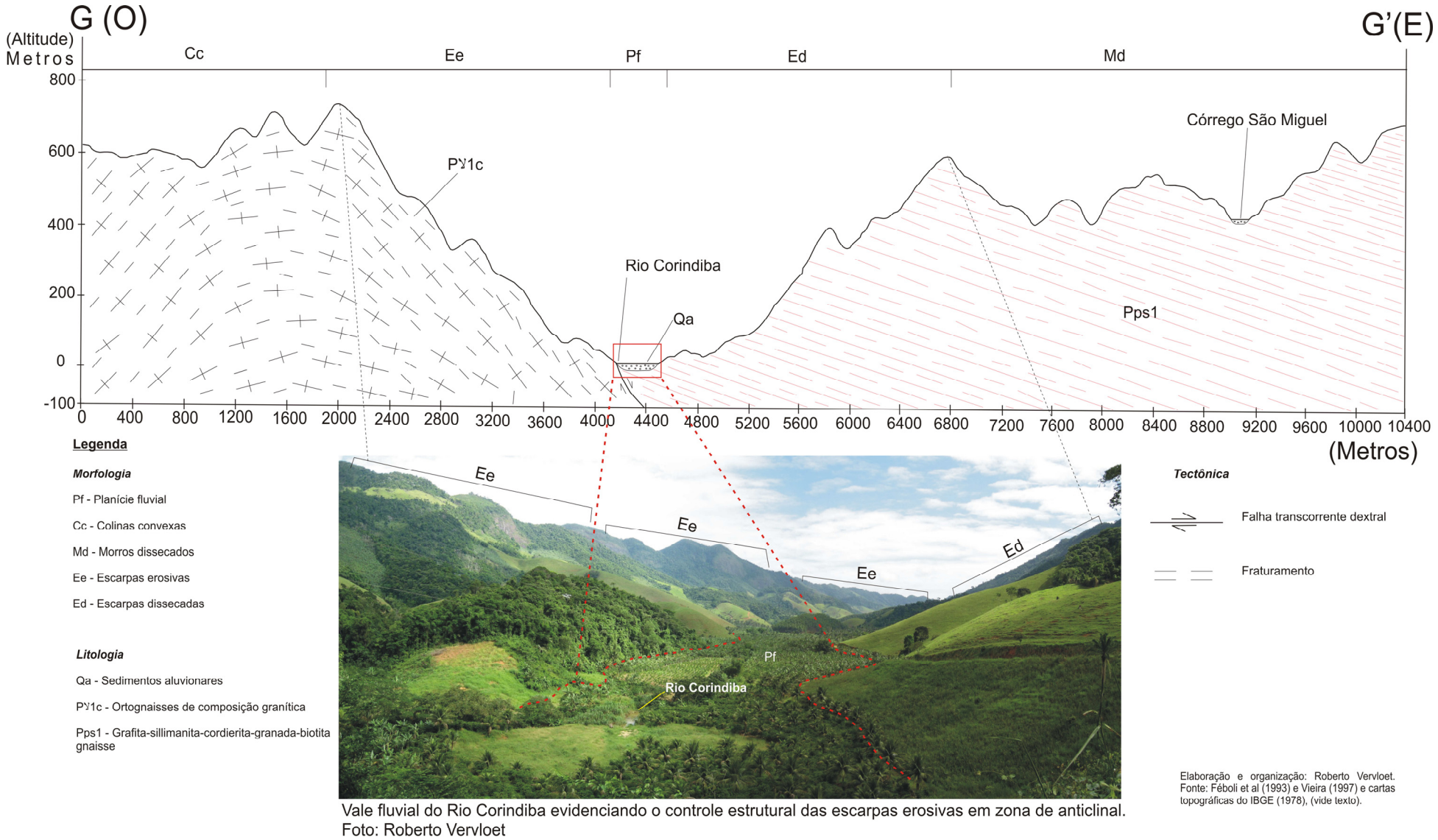
A constatação em trabalhos de campo da presença de cabeceiras de drenagem seccionando em sentido perpendicular e ortogonal às direções estruturais litotectônicas tais como lineação mineral, textura das rochas, fraturas, lineamento topográfico e sistemas de falhas e dobras, nos levou a considerar tais setores geomórficos como vales de seccionamento. Portanto, um vale de seccionamento é uma área onde cabeceiras e sub-cabeceiras de drenagem, consideradas aqui como mantenedoras das drenagens de 1º ordem, oblitera as orientações lineares das direções ocasionadas pela presença das estruturas litotectônicas. Os processos de avanço de cabeceiras eliminam tais feições, suprimindo-as através da dissecação erosiva regressiva de canais obseqüentes mantidos por estas cabeceiras. Há também inúmeras situações em que esses vales estão encaixados em um ou outro fator estrutural, acompanhando falhas, redes de fraturas, eixos de dobramentos, etc. Aliás, isso é um fato que a literatura de estudos geomorfológicos estruturais trata de forma muito consensual.

Quando um vale de seccionamento se desenvolve, por meio das cabeceiras e sub-cabeceiras, a ponto de provocar por erosão remontante, o rebaixamento de sua encosta frontal (*head slope*), ocasionando fenômenos de captura de drenagem de cabeceiras adjacentes ou que estão orientadas para outro sentido, ocorrem

contextos em que há total inversão da drenagem e do relevo, e, consequentemente, o predomínio de processos de festonamento que deixam de ser seccionantes. Isso não quer dizer que eles deixem de obliterar os controles estruturais, mas o relevo desenvolvido mostra-se mais dissecado e com escarpas de vertentes mais irregulares. É assim que os vales seccionantes se transformam em vales festonantes. O ponto de mutação é quando as cabeceiras se encontram rebaixando os níveis de base locais rapidamente e provocando a gênese de um vale em sentido ortogonal ao vale do rio principal. O vale do Córrego São Miguel é muito representativo deste contexto geomórfico processual que estamos tentando elucidar (vide modelo digital de terreno). É óbvio que neste caso houve o encaixamento do mesmo, em uma falha de orientação SO-NE, que atravessa toda a unidade controlando-o hidrogeomorfologicamente, mas não é preciso, necessariamente, a presença de tal estrutura para este fato ocorrer.

Este esquema geomorfológico, que na verdade é um conjunto de processos em permanente atuação, deve ter ocorrido de maneira muito freqüente ao longo dos últimos milhares de anos, não tendo nós, no momento, elementos para datá-los de uma forma, que não seja dentro de uma cronologia muito relativa. Poderíamos, por assim dizer, enquadra-los dentro do conjunto de eventos que caracterizam a época holocênica.

Portanto, estes processos respondem por uma configuração morfológica que permite uma interessante compartimentação da paisagem neste setor, como se visualiza pelo perfil G – G’ da fig. (58).



Vale fluvial do Rio Corindiba evidenciando o controle estrutural das escarpas erosivas em zona de anticlinal.
Foto: Roberto Vervloet

Figura (58). Perfil morfogeológico G - G' da Unidade Rio Corindiba - URC.

Tal compartimentação é muito representativa da evolução conjugada da drenagem, sobre estruturas de características muito diferenciais que controlam, quando há a possibilidade, a geometria das formas de relevo.

Outro fator importante que tais processos estão associados é o que diz respeito aos fenômenos de capturas de drenagem, que caracterizam os processos hidrogeomórficos evolutivos dessa unidade.

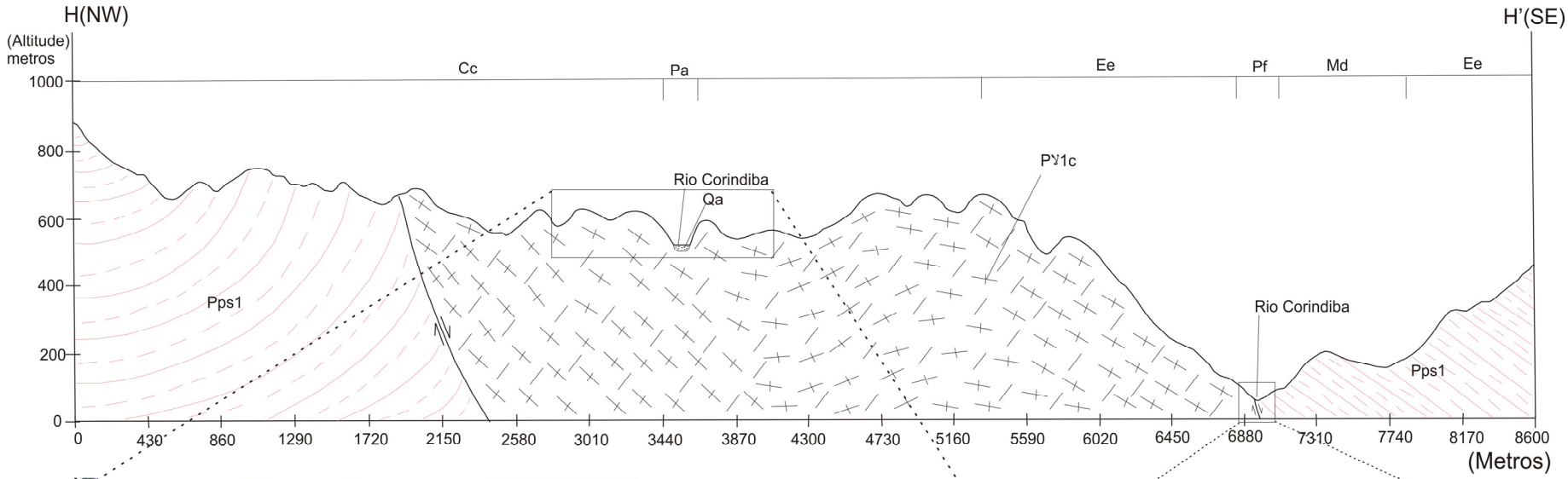
O próprio Rio Corindiba é um exemplo clássico na altura de sua confluência com o Córrego São Félix. Através da visualização de cartas topográficas da região e de trabalhos de campo é possível evidenciar uma drenagem pretérita que era toda direcionada para N e/ou NNE, na porção extremo nordeste da unidade, onde está o relevo mapeado como colinas convexas, em cota altimétrica de 600 a 800 metros de altitude e estão instaladas as nascentes atuais do Rio Corindiba. Alguns ângulos de confluência dos canais nesse setor, ainda apontam para a direção desta drenagem pretérita, e, as nascentes do que é atualmente, o Rio Corindiba, eram na porção onde esta localizada as cabeceiras do Córrego São Félix, como é possível observar pelo MDT dessa unidade, marcada em círculo verde.

Em determinado momento do tempo geológico recente (provavelmente no Holoceno) um dos tributários obsequentes do Rio Corindiba, desenvolveu inicialmente um pequeno vale em processo seccionante, que alcançou as drenagens de uma superfície pretérita nivelada altimetricamente em torno de 600 – 800 metros, na margem direita do vale do Corindiba, descendo o rio e direita subindo-o, onde está os canais, outrora orientados para N e/ou NNE. A drenagem desta superfície foi

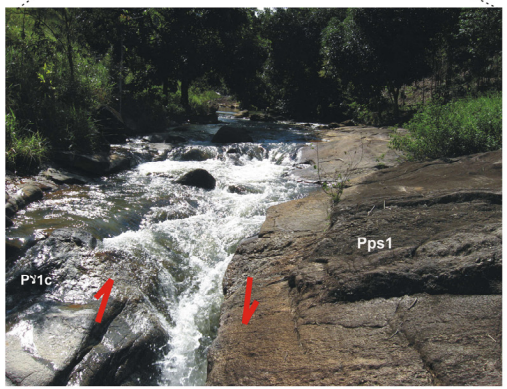
capturada por esse vale seccionante e passou a fluir em direção ao vale maior do mesmo. Cabe aqui uma pergunta. Por que somente este tributário conseguiu tal processo? Por que só ele foi o principal agente erosivo de captura posicionado em sentido perpendicular ao vale principal? A resposta é simples. Tudo ocorreu porque o mesmo atingiu uma zona de fraqueza de contato litológico entre ortognaisses graníticos (PɣIc) e os gnaisses (Pps1) do Complexo Paraíba do Sul, erodindo remontantemente sua cabeceira em zona preferencial de menor resistência litotectônica até alcançar as drenagens situadas em cota altimétrica superior. Tal setor de contato entre rochas, além de apresentar litologias distintas, se dá por uma falha de componente normal com orientação em geral NW-SE e mergulho de 38ºNE, portanto, uma zona de alta fraqueza litológica. Em campo, é possível ver o Rio Corindiba encaixado em tal estrutura, logo após a Cachoeira de São Félix, que foi formada por tal processo de captura.

Após essa captura, as drenagens que escoavam para NNE tiveram seus canais direcionados para SE, invertendo toda a drenagem, que por aumento de fluxo fluvial, tiveram que acompanhar o rebaixamento dos níveis de base ocasionado pela nova drenagem do Rio Corindiba. O resultado foi o encaixamento dos leitos fluviais em sistemas de falhas e fraturas que, no local, estão orientadas em várias direções, respondendo por uma rede tipicamente em treliça falhada, como apresentam os vales estruturais do mapa geomorfológico.

Se no período geomórfico atual tem-se o desenvolvimento de colinas convexas, como podemos observar através do perfil H – H’ da fig.(59), a partir dessa antiga superfície, provavelmente, em um período anterior à captura das drenagens desse



Rio Corindiba em seu alto curso com drenagem direcionada para NE em zona de forte fraturamento e escoamento turbulento subcrítico. Notar o caráter embutido das planícies alveolares, anteriores a knickpoint em contato litológico e em nivel altimétrico superior. Elaboração e foto: Roberto Vervloet



Knickpoint em contato litológico entre Pps1 e PƳ1c, com leito encaixado do Rio Corindiba em zona de falha transcorrente dextral. Notar o curso encachoeirado do mesmo após cachoeira São Félix. Zona de escoamento turbulento supercrítico. Foto: Roberto Vervloet

Legenda

Morfologia

Pa - Planícies alveolares

Pf - Planície fluvial

Cc - Colinas convexas

Ee - Escarpas erosivas

Litologia

Qa - Sedimentos aluvionares

PƳ1c - Ortognaisses de composição granítica

Pps1 - Grafita-sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaisse

Tectônica

Falha trancorrente dextral

Fraturamento

Elaboração e organização: Roberto Vervloet.
Fonte: Féboli et al (1993) e Vieira (1997)e cartas topográficas do IBGE (1978), (vide texto).

Figura (59). Perfil morfogeólogico H - H' da Unidade Rio Corindiba - URC.

setor pelo Corindiba, havia a presença de colinas semi-convexas, que foram ligeiramente dissecadas pela nova dinâmica erosiva fluvial, imposta por esse evento de captura. Tudo, é óbvio, a partir de uma antiga superfície[18] que tem seus remanescentes preservados em topos de morros e colinas que estão entre 700 e 850 metros de altitude.

É preciso lembrar que há uma forte relação entre captura de drenagem e os processos de seccionamento e festonamento que respondem pela gênese desses relevos escarpados. É muito comum nessa região o fato de que as zonas de captura estão associadas às áreas de festonamento. E a dinâmica de tais eventos, sempre permite a presença de elementos residuais que possibilita a reconstituição de fatos do passado geomórfico recente.

Neste sentido, é possível coletar informações que nos auxiliem de maneira menos equivocada a reconstituição de eventos processuais, iniciados no passado, mas que possuem dimensões não desprezíveis, no presente. Estamos dizendo que o método por nós escolhido (Associação e Indeterminação Geomorfológica) auxilia a execução de tal fato.

Assim sendo, a visualização de eventos e processos do passado podem ser apreciados através de observações de fatos e elementos do presente. Não se trata

[18] Não se trata aqui das mesmas superfícies de aplainamento o qual King identificou em suas viagens pelo Espírito Santo e, que foram publicadas em seu trabalho clássico de 1956. Quando falamos na existência de uma superfície pretérita, estamos, simplesmente, tratando de uma antiga superfície de erosão que marca o nível inicial de reafeiçoamento da paisagem morfológica, que era contemporânea as direções da drenagem no período pré-captura. Trata-se, na verdade, de uma construção teórica feita a partir da associação de elementos da paisagem morfológica, que permite explicar os fatos hidrogeomórficos da evolução do relevo que a sustenta.

de atualismo, mas de associação. O exemplo das escarpas erosivas que se transformam em dissecadas é elucidativo disto. Senão vejamos.

Na região da captura fluvial, estes processos ainda estão ocorrendo e os elementos para a construção de uma reconstituição de seus estágios iniciais são observáveis, possibilitando maior grau de aprofundamento sobre os processos de evolução do relevo nas unidades em que predominam. Pela visualização da fig. (60) é possível perceber a ocorrência de vales de seccionamento e festonamento na região da captura e terraços fluviais preservados na direção do vale do Córrego São Félix. Há dois níveis de terraços que estão atualmente sendo dissecados por cabeceiras laterais, um terraço mais antigo (Ta) 1 e outro mais recente (Tb) o 2. Ambos foram gerados por processos diferenciais de evolução, sendo que o terraço fluvial 1 (Ta) está mais bem preservado, e o terraço fluvial 2 (Tb) se apresenta mais estreito e encaixado.

A presença desses terraços nos permite ter uma noção do antigo nível altimétrico do vale do Corindiba (antigo vale do Córrego São Félix) antes do processo de captura, pois os mesmos foram gerados pelo rebaixamento gradual do nível de base local, pelo Rio Corindiba, após aumento do fluxo fluvial após captura. Houve nova incisão no fundo de vale do Córrego São Félix, pelo mesmo, na tentativa de acompanhar tal processo de rebaixamento desse nível de base, situado nas proximidades da confluência destes dois córregos. Tais incisões modificaram o comportamento do perfil longitudinal deste córrego no local, gerando novos knickpoints no Córrego São Félix, a partir da zona de captura, que responderam pelas condições hidráulico-geomórficas que possibilitaram a gênese de tais terraços.

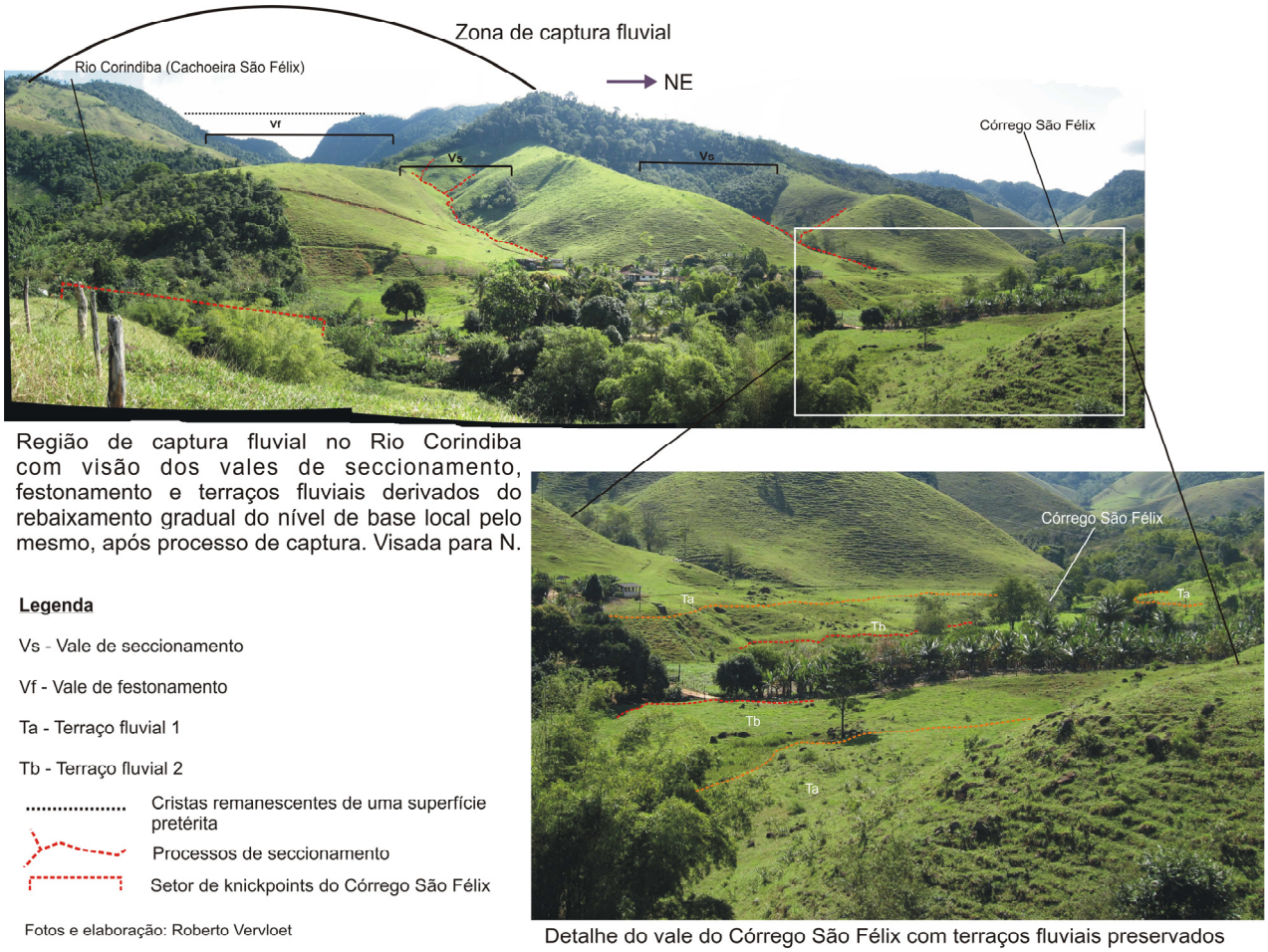


Figura (60). Cenário paisagistíco atual da região de captura de antigas drenagens pelo Rio Corindiba, que estavam orientadas para NNE e NE. Local: entrada da Cachoeira São Félix, após distrito de São Miguel.

Pela posição do terraço 1 (Ta) pode-se ver que o nível altimétrico do vale do São Félix era contemporâneo do nível deste terraço. As incisões provocadas pelo rebaixamento do nível de base ocasionaram modificações em seu leito e, consequentemente, novos knickspoints que controlam essa incisão fluvial. E tais knickspoints são atacados quando há o carreamento de sedimentos para os leitos dos canais oriundos de processos de vertentes. Há processos de movimentos de massas em vertentes que liberam grande quantidade de material, como podemos ver pela fig. (61), que vão diretamente para os canais fluviais.

Em tal ocasião ou há a colmatagem das planícies fluviais e/ou alveolares ou ocorre ataque erosivo na litologia dos knickpoints, provocando corrasão mecânica nestas estruturas. Consequentemente, há outro rebaixamento do nível de base e novos movimentos de massa em tentativa de ajustamento às novas condições de equilíbrio de forças na superfície destes terrenos.

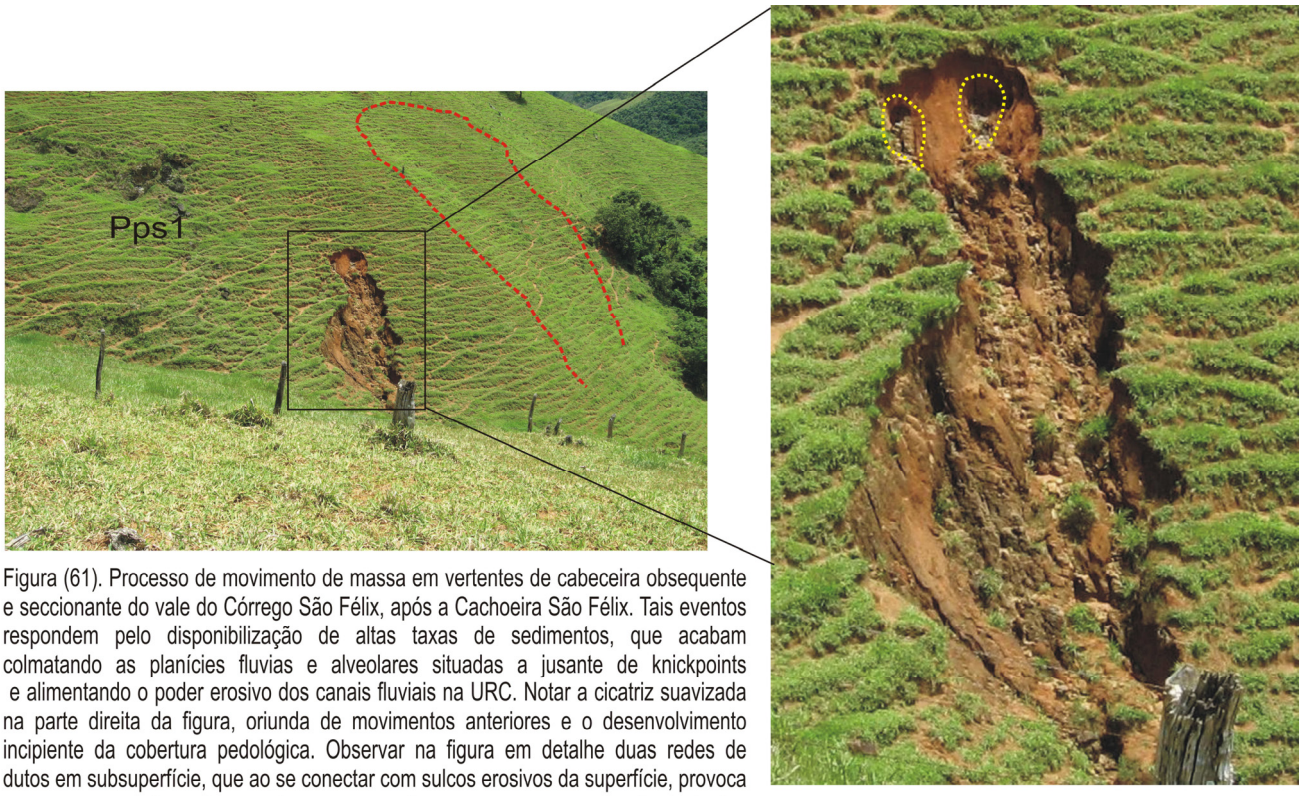


Figura (61). Processo de movimento de massa em vertentes de cabeceira obsequente e seccionante do vale do Córrego São Félix, após a Cachoeira São Félix. Tais eventos respondem pelo disponibilização de altas taxas de sedimentos, que acabam colmatando as planícies fluvias e alveolares situadas a jusante de knickpoints e alimentando o poder erosivo dos canais fluviais na URC. Notar a cicatriz suavizada na parte direita da figura, oriunda de movimentos anteriores e o desenvolvimento incipiente da cobertura pedológica. Observar na figura em detalhe duas redes de dutos em subsuperfície, que ao se conectar com sulcos erosivos da superfície, provoca pequeno arco de solapamento, com erosão em processo por retrogradação. Pps1 - Grafita-sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaisse.

Fotos e elaboração: Roberto Vervloet

É reunindo estes elementos em situações de trabalhos de campo, que nos é permitido fazer associações de fatos geomorfológicos.

É perfeitamente possível que tal condição de processos operantes, atualmente, tenham se repetido por várias vezes, em um passado recente (durante o Holoceno), pois num simples trânsito pela região, a paisagem desses compartimentos apresenta elementos que nos permite visualizar e reconstituir esses eventos. A

história geomórfica, neste sentido, é um fluxo impresso e que escoa continuamente pela paisagem, tendo o relevo como uma representação geométrica, não se pode cansar de dizer isso.

A URC possui, portanto, um relevo bem compartimento, com uma dinâmica hidrológica e uma configuração da drenagem que tem seu reflexo nos números dos parâmetros hidrográficos (Tabela 09), e nos índices SL e S do Rio Corindiba, que é o rio escolhido para aplicação destes índices.

Tabela 09 – Dados dos Parâmetros Hidrográficos Numéricos da URC

		Parâmetros Hidrográficos										
	Unidade Rio Grande -URP	**Área** (Km²)	**Ordem**	**Dd**	**Dh**	**Cm** (m²)	**Eps** (metros)	**Rb**	**Rlm**	**Rlb**	**K**	**C**
Sub-bacias e áreas de drenagem direta representativas	**Sub-Bacia Rio Corindiba**	139,017	6ª	3,350	5,49	298,50	149	3,76	1,97	0,583	2,229	0,201
	Áreas de drenagem direta - ADD	6,863	-	4,961	9,17	201,57	100	3,97	2,13	0,534	-	-
	URP	145,880	-	3,420	5,67	292	146	3,85	1,97	0,580	2,38	0,176

Dd – densidade de drenagem, Dh – densidade hidrográfica, Cm – coeficiente de manutenção, Eps – Extensão do percurso superficial, Rb – razão de bifurcação, Rlm – relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem, Rlb – relação entre o índice de comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação, K – fator de forma e C – índice de circularidade.

Assim como a URG na Unidade Rio Corindiba o espaço da sub-bacia corresponde perfeitamente ao da unidade hidromorfológica, com exceção da ADD que, como na URG, também é minúsculo, comparando-se com a área da sub-bacia maior.

O Corindiba é um rio que atinge a 6° ordem de hierarquia, em uma rede hidrográfica que tem a mais alta Dh (5,49), comparada às outras quatro sub-bacias analisadas anteriormente. Por conseguinte, sua Dd (3,350 m/km²) é uma das mais altas

também, tendo a URC, uma ADD com uma Dd (4,961 m/km²), portanto, muito significativa. Trata-se de um subespaço hidrográfico que apresenta grande capacidade de produção de água, em áreas de relevo de colinas convexas.

Esses altos índices de Dd e Dh resultam em uma rede de drenagem, onde as águas necessitam percorrer um espaço pequeno, comparando-se com as outras sub-bacias, para se concentrarem em um canal fluvial, ou seja, sua Eps (149 m.) possui o menor valor. E este índice vai influenciar, por seu turno, o Cm, que também é dos mais baixos, isto é, são necessários (298,50 m²) de espaço morfológico para se manter um metro de canal permanente.

Não é coincidência, portanto, que ao se fazer trabalhos de campo nesta unidade, nos deparamos com uma paisagem riquíssima em zonas de cabeceiras e sub-cabeceiras de drenagem que, na época mais chuvosa, se transformam em pequenas cachoeiras de valiosíssima beleza cênica. Trata-se, sem sombra de dúvida, de um espaço hidrográfico abundante em recursos hídricos de superfície.

No que diz respeito a forma da bacia, seu índice de K (2,229) e C (0,201), apresentam uma rede longe de adquirir um formato circular. Fato que pode ser comprovado pela imagem MDT. Isso infere em uma bacia com dinâmica de alta capacidade de liberação rápida do deflúvio, advindo dos eventos de precipitação e dos processos hidrológicos responsáveis pela perenidade.

Entretanto, esta unidade, assim como a URP e a URG, possui planícies fluviais bem desenvolvidas, sendo que nesta, as planícies vão ter um caráter mais embutido que as outras duas.

Quanto aos índices dos parâmetros Rb (3,76), Rlm (1,97) e Rlb (0,583) foram estes, de natureza numérica muito diversa, não se podendo estabelecer um comportamento padrão que revelasse uma tendência de processo. Ao se comparar com outras unidades, em especial a URG, que também é nitidamente controlada por litoestruturas, se verifica uma discrepância importante nos dados. Questão que tem atraído à nossa atenção.

O perfil longitudinal do Rio Corindiba está representado na fig. (62) e os índices de gradiente de drenagem (SL) e declividade fluvial estão na tabela 10.

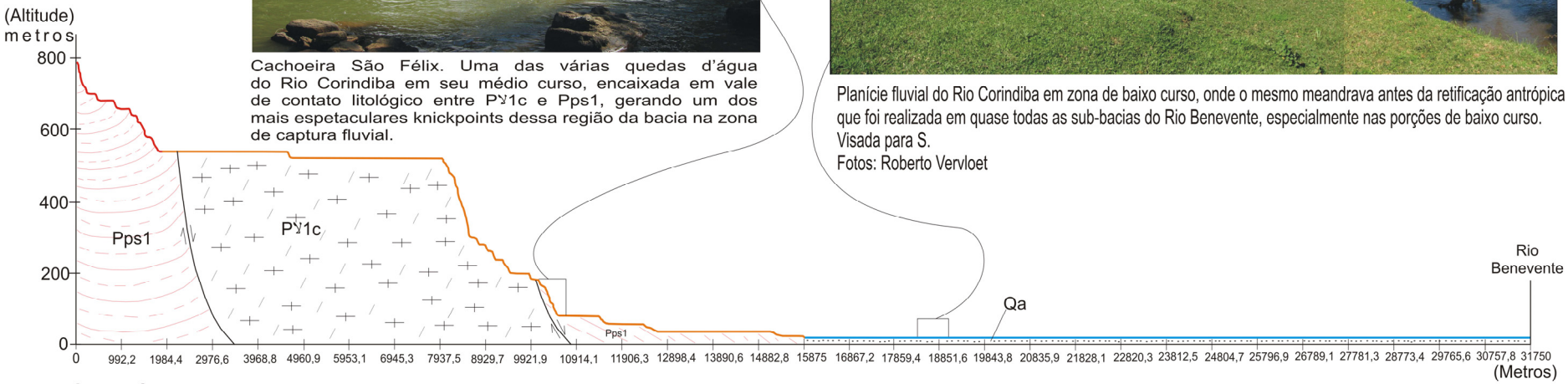
Tabela 10 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S)

Alto curso – Cota máx. – 840 m Cota mín. – 520 m Extensão – 1.984,4 m. Amplitude – 320 m. SL = 320 S = 0,1613 m / m	Médio curso – Cota máx. – 520 m. Cota mín. – 25 m. Extensão – 13.890 m. Amplitude – 495 m. SL = 318,21 S = 0,0356 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 25 m. Cota mín. – 0 m. Extensão – 15,875 m. Amplitude – 25m. SL = 37,50 S = 0,0016 m/m

Este perfil longitudinal demonstra um rio muito característico de canais que apresentam múltiplos sistemas de knickpoints, uma vez que ele tem inumeráveis interrupções em seu perfil, onde os fatores hidrogeomórficos são condicionados pela dinâmica evolutiva dessas rupturas de perfil.

Cachoeira São Félix. Uma das várias quedas d'água do Rio Corindiba em seu médio curso, encaixada em vale de contato litológico entre PƳ1c e Pps1, gerando um dos mais espetaculares knickpoints dessa região da bacia na zona de captura fluvial.

Planície fluvial do Rio Corindiba em zona de baixo curso, onde o mesmo meandrava antes da retificação antrópica que foi realizada em quase todas as sub-bacias do Rio Benevente, especialmente nas porções de baixo curso. Visada para S.
Fotos: Roberto Vervloet



Legenda

Qa - Sedimentos aluvionares

PƳ1c - Ortognaisses de composição granítica

Pps1 - Grafita-sillimanita-cordierita-granada biotita gnaisse

Falha transcorrente dextral

Fraturamento

Alto curso

Médio curso

Baixo curso

Elaboração e organização: Roberto Vervloet
Fonte: Carta topográfica, Folha SF.24-V-A-VI-2 Alfredo Chaves, IBGE, 1°edição, 1978, 1:50.000.

Figura (62). Perfil longitudinal do Rio Corindiba.

Nota-se que o trecho de médio curso, apresenta-se com uma concavidade nas proximidades da região da cachoeira São Félix que é bruscamente interrompida a montante desta, na cota de 580 metros, configurando, a partir deste ponto, um trecho de baixa declividade sobre as rochas ortognaissicas PɣIc, que somente termina no início do trecho de alto curso.

Trata-se de um setor a montante da região de captura fluvial, que nos leva a inferir a errônea idéia de que o rio recuou remontantemente e rapidamente, após processo de captura. Na verdade, cumpre lembrar que não se trata de processos de recuo remontante, mas sim, da drenagem que foi capturada e que, outrora, se direcionava para NE. Isso fez com que todo esse trecho da drenagem capturada, fosse incorporado ao médio curso do Corindiba.

Observa-se que o traçado da linha longitudinal do perfil, muda bruscamente ao passar das rochas Pps1 para PɣIc, respondendo pelo alto curso deste rio. Porventura, vai se vislumbrando a tendência de se ter maior grau de dificuldade das drenagens, em entalhar os gnaisses de alto grau metamórfico do Complexo Paraíba do Sul (Pps1 e Pps2). Nesta altura, pode-se perceber um comportamento padrão de distintas fácies de erosão diferencial, conforme a natureza litoestrutural dos terrenos sustentados por esta unidade litológica.

Os valores de SL e S da sub-bacia do Corindiba apresentaram resultados próximos entre o alto e o médio curso, (SL 320) e (SL 318,20), respectivamente, pois, não obstante os valores de comprimento desproporcionais em termos absolutos, os

trechos possuem amplas interrupções localizadas, que podem ser muito bem vistas através do seu perfil longitudinal.

Isso influência no poder de erosão fluvial, devido a existência de pontos com declividade brusca na linha longitudinal do perfil, implicando em valores próximos, mesmo que o comprimento dos trechos seja altamente discrepantes. Lembrando que há uma seqüência de decréscimo dos dados de SL do alto para o baixo curso, postulando uma tendência geral de diminuição do poder de entalhe fluvial de montante para jusante.

Por fim, o que devemos destacar é que esta unidade apresenta, explicitamente, um sistema de drenagem evoluindo a cavalo de um forte condicionamento litológico e estrutural, que responde por uma densa rede hidrográfica, com relevos, hidrologicamente abundantes, em recursos hídricos de superfície.

4.3.3 – Unidade Rio Joéba – URJ.

Do ponto de vista da disposição geométrica em planta, a URJ é muito diferente das duas últimas unidades analisadas anteriormente. Entretanto, os traços evidentes da relação entre estrutura, poder erosivo dos canais fluviais e relevo estão bem evidentes, levando-se em consideração o fato de que há outros fatores que ocasionam essa diferença no formato espacial desta unidade.

Trata-se de uma unidade classificada como de padrão retangular (angulado) com canais ordenados em ângulos agudos e em segmentos retilíneos de trechos encaixados, dados pelo arranjo em rede das duas principais sub-bacias que são a mola mestra da hidráulica erosiva desta unidade, a sub-bacia do Rio Joéba e a do Rio Crubixá, como pode ser observado pelo MDT da fig. (63) desta unidade.

A primeira tem o rio que nasce na Serra Pontuda, após vilarejo de Cachoeira Alta, a uma cota de 830 metros de altitude, percorrendo 17.000 metros até desaguar no Rio Benevente, e, a segunda também tem o seu rio principal nascendo na mesma serra, após distrito de Nova Estrela, a uma altitude de 710 metros e percorrendo 16.000 metros até desembocar no Benevente.

Em termos de relevo, esta unidade é caracterizada por uma compartimentação geral, que é nada mais, nada menos do que a projeção de duas redes fluviais sobre um grande maciço batolítico intrusivo (Maciço Iconha, Є϶3ic) complementado, por ocasião de sua intrusão, por processos de cristalização fracionada. Este maciço possui uma disposição fraturada e com diferenciações faciológicas texturais e

litológicas que responde pela distribuição heterogênea de seus tipos litológicos, que aliás, é próprio de quase todos os maciços intrusivos desta região do Espírito Santo.

Neste contexto, o controle estrutural vai ser um pouco diferente do que havíamos observado até então, com vales fluviais de segmentos retos e tributários de ângulos fechados nos pontos de confluência, que pode ser observado na hidrografia das duas sub-bacias principais, mas sem uma densificação da rede fluvial, como ocorria nas outras unidades, ou seja, não há uma rede de canais de segmentos curtos em comprimento, caracterizando uma malha densa da rede. Os canais estão relativamente afastados uns dos outros, caracterizando espaços interfluviais mais amplos.

A principal forma de relevo desta unidade são os morros pequenos de topos alinhados que refletem uma direção estrutural proterozóica herdada do controle topográfico deste maciço, como se vê no MDT desta unidade. Eles possuem, nesta unidade, altitudes que vão de 400 a 800 metros e as vertentes apresentam-se em uma classe clinográfica que vai de 16°-20°, predominantemente, e em menor número, a classe de 21°-25°.

Esses topos possuem uma geometria que se apresenta ora aguçada ora convexa, formada pelo grau de incisão dos tributários sobre as vertentes dos vales principais. Alguns vales possuem trechos de canais retos onde se visualiza nitidamente o encaixamento da drenagem sobre falhas, e/ou fraturas pré-existentes.

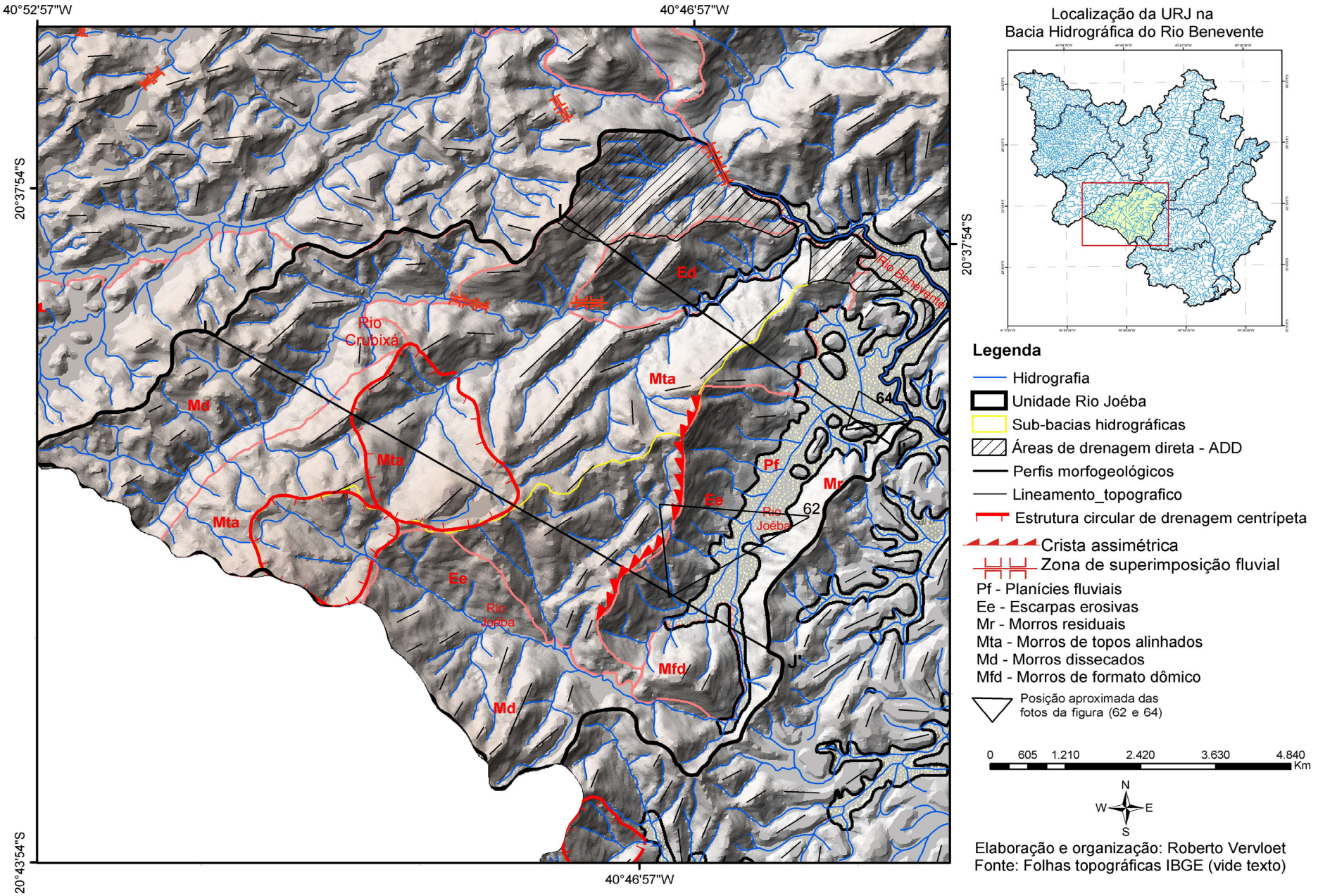


Figura (63). Modelo digital de terreno da Unidade Rio Joéba.

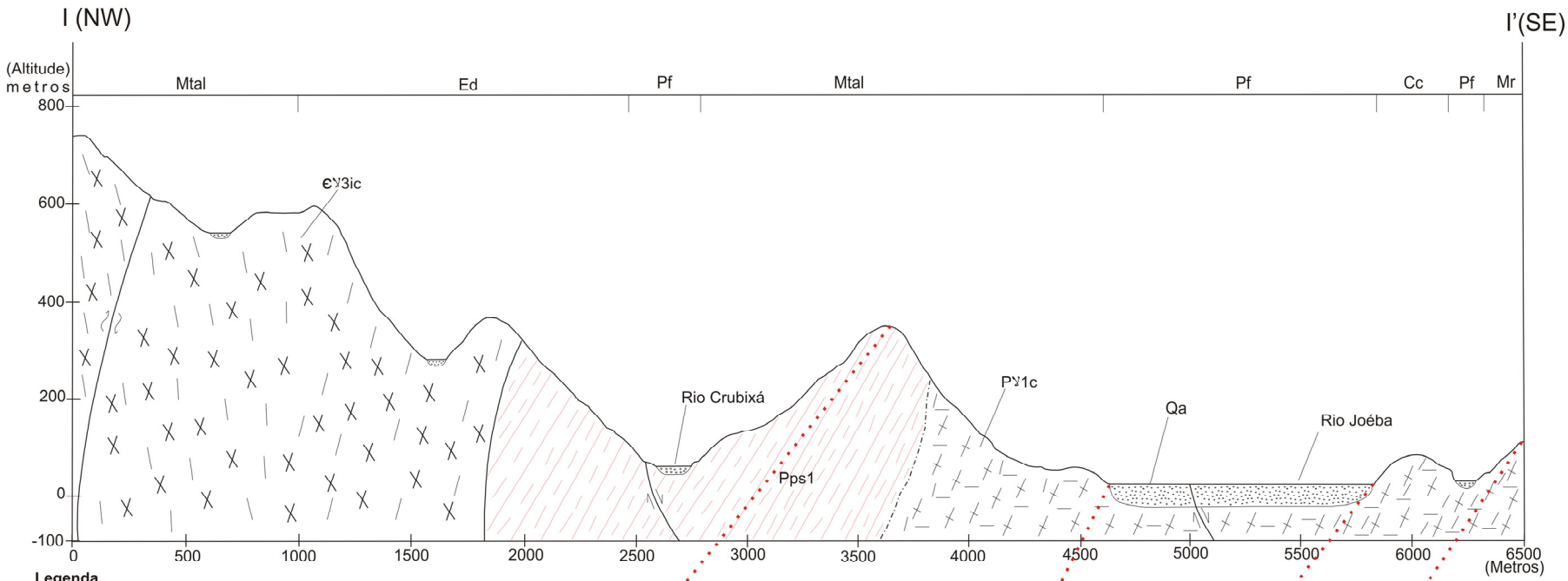
As planícies fluviais aparecem somente no baixo curso do Rio Joéba e do Rio Crubixá, acompanhando o vale destes até as proximidades de seus médios cursos, onde dão lugar a vales mais fechados. Elas se apresentam de forma bem embutida e compartimentada, em contato quase que abrupto com as vertentes laterais, como se observa pelo perfil I – I' da fig. (64).

Notar que a planície fluvial do Rio Crubixá está posicionada em cota mais alta que a do Rio Joéba, mas fazendo parte de uma mesma sub-compartimentação.

O vale do Joéba é, do ponto de vista geomorfológico, o mais importante sub-compartimento desta unidade, porque ele marca e controla o nível de base local, sem a qual não haveria a exumação do Maciço Iconha, e, consequentemente, a projeção das redes fluviais sobre esse espaço territorial geomórfico.

Ele é portador de elementos que auxiliam a interpretação e compreensão dos processos que possibilitam entender a projeção dessas redes sobre esse maciço.

O Maciço Iconha é parte de um grande conjunto de corpos intrusivos que ocorrem de maneira pontuada ao longo do território sul do Espírito Santo. Suas características litológicas, advindas de uma fase de resfriamento magmático longo no tempo geológico, contato litológico, graus de metamorfismo, rede de fraturas, anisotropia e diversidade faciológica condicionam a projeção dos canais principais da hidrografia, e as razões de bifurcação de seus tributários.



Legenda

Morfologia

Pf - Planícies fluviais

Cc - Colinas convexas

Ed- Escarpas dissecadas

Mtal - Morros de topos alinhados.

Litologia

Qa - Sedimentos aluvionares (Maciço Iconha)

€Ɣ3ic -Granodiorito / quartzo-monzodiorito com monzonito / diorito, leucogranito, microgranodiorito e biotita gnaisse e subordinadamente allanita granito

PƔ1c - Ortognaisses de composição granítica

Pps1 - Grafita-sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaisse

Tectônica

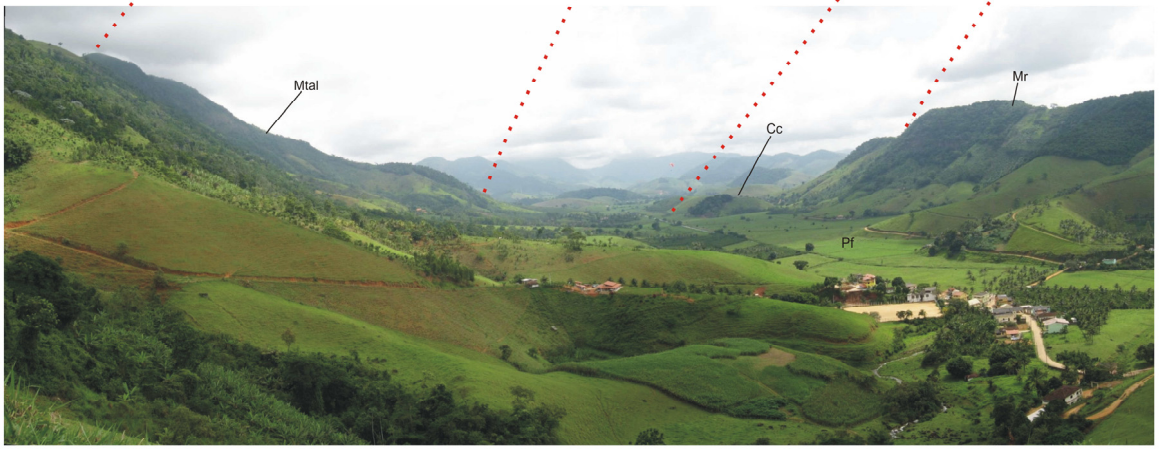
Falha transcorrente dextral

Fraturamento

Contato transicional

Zona de cisalhamento transcorrente dextral

Elaboração e organização: Roberto Vervloet
Fonte: Féboli et al (1993) e Vieira et al (1997) e cartas topográficas do IBGE (1978), (vide texto).



Vale do Rio Joéba com posição compartimentada das planícies fluviais e colinas convexas entre morros de topos alinhados e morros residuais. Fotos tiradas a partir da estrada para pista de vôo livre de Cachoeira Alta. Visada para NE.

Figura (64). Perfil morfogeológico I - I' da URJ.

Quando os canais se projetam sobre esse maciço há a repetição de certos processos muito similares aos que ocorrem, e, ocorreram nas três unidades anteriores, no entanto, com características peculiares que são próprias do desenvolvimento evolutivo de redes fluviais sobre corpos intrusivos.

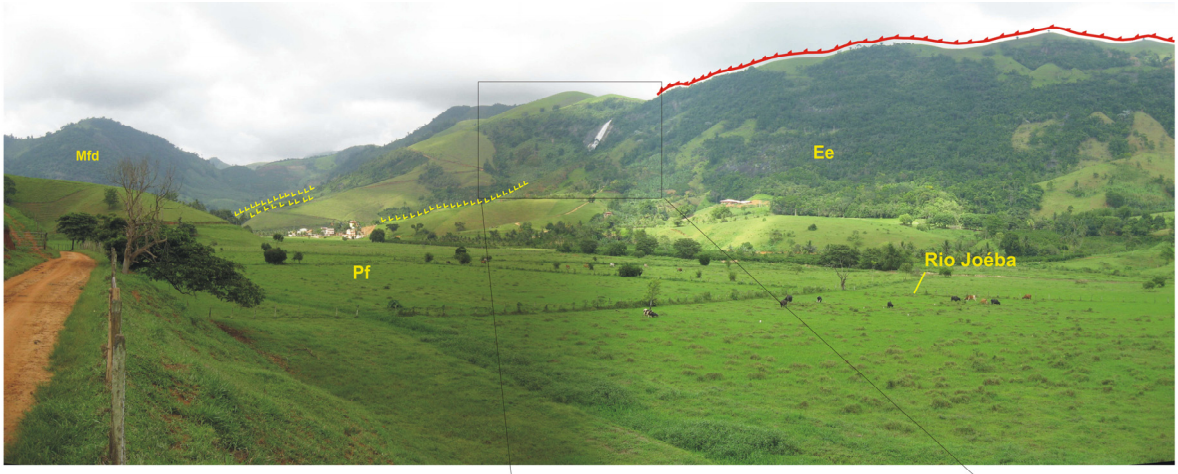
Pelo MDT, pode se ver a ocorrência de duas áreas de convergência da drenagem em direção a um ponto comum, as quais estamos denominando, no mapa geomorfológico, de estrutura circular de drenagem centrípeta.

São setores em que a drenagem tende a convergir de pontos altos para o interior dissecado onde, por um vale fechado, um dos canais drena a hidrografia local. Trata-se de porções do maciço em que, ao tempo do resfriamento e arqueamento advindo da intrusão, houve maior distribuição e densificação de fraturamento por efeito do próprio bombeamento intrusivo, fazendo com que as fraturas se dispusessem de forma mais espaçada, localizadas nos terços superiores destes. Em tempos geológicos recentes (Holoceno), a hidrografia local se adaptou através de encaixamento nestes setores em que há maior nível de fraqueza litológica, por fraturas mais abertas.

Deste modo, também haverá pontos com a presença de numerosos sistemas de knickpoints e locais de superimposição da drenagem, sendo o mais importante deles, os que ocorrem em dois locais do Rio Crubixá, quando o mesmo secciona no sentido E – O o Maciço Iconha, criando importantes desníveis no perfil longitudinal deste rio (vide mapa geomorfológico).

Os processos fluviais dessa unidade que são similares às outras três, dizem respeito aos de seccionamento e festonamento que também ocorrem na mesma, só que com proporções e efeitos distintos do que havíamos visto anteriormente.

Pela fig. (65) pode se evidenciar a menor freqüência destes agentes processuais, mas, talvez com a mesma ou maior ordem de magnitude.



Vista do vale do Rio Joéba em direção a Cachoeira Alta, com cristas assimétricas e pequenos tributários obsequentes do rio homônimo, nas escarpas erosivas, sendo o principal deles o Córrego Cachoeira Alta. Visada para SW. Fotos e elaboração: Roberto Verviloet

Legenda

Pf - Planície fluvial Mfd - Morros de formato dômico

Ee - Escarpas erosivas

Vale de festonamento

Vales seccionantes (tributários obsequentes)

Crista assimétrica.

Cachoeira Alta após período chuvoso de dezembro de 2008, com seu anfiteatro trapezoidal que se fecha na base de solapamento e processo de festonamento, a partir de seu terço superior, com escarpas em cristas assimétricas e geometria de topos semi-convexo. Zona de escoamento turbulento supercrítico.

Figura (65). Setor de paisagem do vale do Rio Joéba, apresentando vales de seccionamento e festonamento. Fotos tomadas a partir da estrada Alfredo Chaves - Cachoeira Alta.

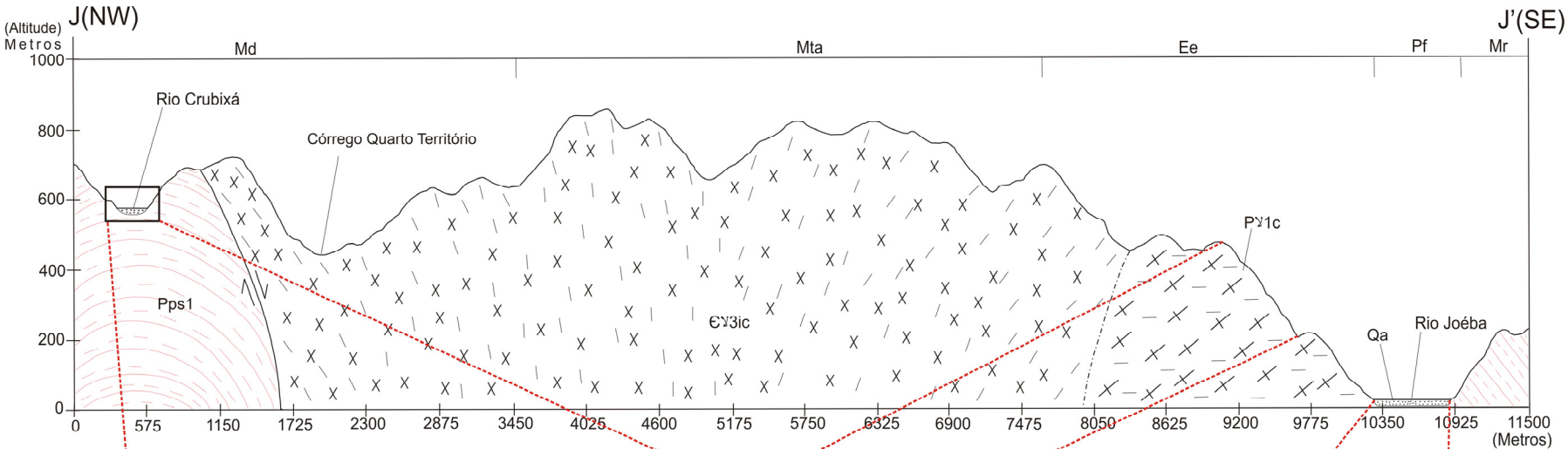
Cumpre lembrar que essa diferenciação da freqüência e magnitude de processos, se deve a evolução diferencial das redes de canais, sobre propriedades tectônicas e litológicas relacionadas à ambiente de domos intrusivos, tendo como corolário um relevo de geometria com graus de silhueta distinta aos das outras unidades.

Por essa figura, vê-se a regularidade das vertentes das escarpas erosivas com topo em crista assimétrica e a presença da Cachoeira Alta que, após seccionar as estruturas lineares dos ortognaisses graníticos (PЎ1c), atingiu o nível superior destas escarpas, conectando (não sabemos se por captura ou outro processo) a drenagem dos vales superiores e iniciando um amplo festonamento a partir deste nível. É possível evidenciar também o número pequeno de vales seccionantes, que tem como conseqüência a própria escarpa erosiva de vertentes mais regulares.

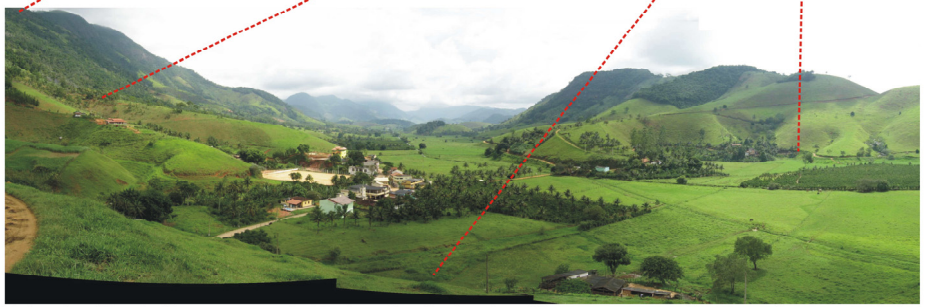
Essas escarpas possuem declividades altas, em classes que vão de 26°-30°, 31°-35° e 36°-45°, podendo atingir altitudes variadas, mas em média de 20 a 500 metros.

Pela observação do perfil J – J' da fig. (66) é possível visualizar um conjunto de vales com vertentes declivosas e morros de topos alinhados com geometria aguçada no interior do grande maciço.

Em alguns setores estes vales estão mais profundos, como o vale do Córrego Quarto Território, aumentando a extensão das vertentes dos morros de topos alinhados e aguçando a geometria destes topos. Esta configuração morfológica ocorre ao longo de todo o Maciço Iconha, em todos os quadrantes de sua disposição espacial, dentro da URJ.



Vale do Rio Crubixá em um setor de entalhamento do seu próprio leito a montante de um kinckpoint e uma zona de superimposição fluvial. Notar a ausência de terraços e as arestas aguçadas das margens do leito maior, evidenciando atividade erosiva recente. Foto tirada a partir de uma visada de NE-SO.



Vale do Rio Joéba nas proximidades de Cachoeira Alta, apresentando o caráter geométrico regular das escarpas erosivas e o embutimento das planícies fluviais. Paisagem observada a partir da estrada em direção a Cachoeira Alta. Fotos: Roberto Vervloet.

Legenda

Morfologia

Pf - Planícies fluviais

Ee - Escarpas erosivas

Mr - Morros residuais

Mta - Morros de topos alinhados

Md - Morros dissecados

Litologia

Qa - Sedimentos aluvionares

(Maciço Iconha)

Є Ɣ3ic -Granodiorito / quartzo-monzodiorito com monzonito / diorito, leucogranito, microgranodiorito e biotita gnaisse e subordinadamente allanita granito

PƳ1c - Ortognaisses de composição granítica

Pps1 - Grafita-sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaisse

Tectônica

Falha transcorrente dextral

Contato litológico

Fraturamento

Elaboração e organização: Roberto Vervloet
Fonte: Féboli et al (1993) e Vieira et al (1997) e carta topográficas IBGE (1978) (vide texto).

Figura (66). Perfil morfogeológico J - J' da URJ.

Não é possível demonstrar no perfil nem na escala do mapa litológico, mas este maciço é profundamente fracionado, com uma distribuição heterogênea de diversidade litofaciológica, composto por granitos, granodioritos, quartzo-monzodioritos, monzonitos, dioritos, microgranodioritos, leucogranitos e biotita gnaisse.

Os setores onde houve incisão da drenagem em sistemas de fraturas com geração e aprofundamento de vales e gênese de estruturas circulares de drenagem centrípeta são formados por granodioritos / quartzo-monzodioritos e monzonitos, e os morros de topos alinhados e geometria aguçada são sustentados por granitos e leucogranitos. Trata-se de pequenos corpos inseridos no conjunto maior do maciço, originados por cristalização fracionada e que responde pela anisotropia de seu corpo geral.

Essa configuração morfológica de vales, nos locais de rochas do grupo dos granodioritos e morros no grupo dos granitos, é dada pela diferença de resistência química e mecânica destes litótipos com relação aos processos de meteorização e pedogênese atuantes em vertentes, e erosão fluvial diferencial mecânica nos canais encaixados. Daí a ordem de magnitude dos processos fluviais de entalhamento linear, serem relativamente maior do que nas outras unidades que vimos anteriormente. Os canais são mais retilíneos e encaixados e, obviamente, há também um antagonismo frenético entre entalhamento dos mesmos e as forças de resistência hidráulicas em operação no contexto geral da relação canais e vertentes laterais. O número de bifurcações é menor, visto em planta, porém a seqüência de trechos retos e confluências em ângulos retos, facilita a dissecação dos canais

fluviais de forma mais acentuada, levando-se em consideração que as forças de resistência nos mesmos e os outros fatores hidráulicos devem ser menores. Isso não é mera especulação, pois o entalhamento linear da superfície, formando-se vales mais fechados nesta unidade, corrobora a assertiva de que os rios da mesma, estão aprofundando seus leitos verticalmente, sendo as forças de resistência, no leito desses canais, vencidas continuamente pelos fluxos do escoamento fluvial, ao longo do tempo geológico mais recente. É óbvio que a condição tectônica e litológica do terreno facilita, em muito, esse processo.

Já fizemos saber em dois trabalhos recentes Vervloet (2006, 2008), que a evolução de vertentes em rochas da composição do grupo dos granodioritos e granitos têm diferenciações substanciais em termos de variáveis de processos de desenvolvimento da cobertura pedológica e circulação hídrica. Sobre os granodioritos, o desenvolvimento e hidrodinâmica da cobertura pedológica vai ter como conseqüência, uma configuração dinâmica distinta em termos de velocidade, sendo mais rápida e oferecendo menos resistência às transformações geoquímicas, ao passo que, sobre os granitos, as transformações são mais lentas, guardadas as devidas peculiaridades texturais e litoquímicas desses dois grupos de rochas.

Como os corpos intrusivos dessa natureza, no Espírito Santo, são de uma mesma gênese e época, a nós é permitido fazer associação e correlação de processos em relação a esses fatos geomórficos, que estudamos em outras áreas, ou seja, os vales do Maciço Iconha, que são mais profundos e com drenagem encaixada, ocorrem devido à resistência menor das rochas do grupo granodiorítico aos processos geoquímicos; e os morros de topos alinhados ocorrem em granitos que

oferecem maior grau de resistência. Esta correlação e associação de processos geomórficos podem ser feitas para os outros maciços granodioríticos distribuídos pelo Estado, desde que se tenham as mesmas características morfológicas na paisagem, e que estes maciços sejam de mesma gênese tectônica e composição litoquímica.

Os parâmetros hidrográficos desta unidade estão plotados na tabela 11.

Tabela 11 – Dados dos Parâmetros Hidrográficos da URJ

		Parâmetros Hidrográficos										
	Unidade Rio Joéba - URJ	**Área** (Km²)	**Ordem do canal principal**	**Dd**	**Dh**	**Cm** (m²)	**Eps** (metros)	**Rb**	**Rlm**	**Rlb**	**K**	**C**
Sub-bacias e áreas de drenagem direta representativas	**Sub-bacia Rio Crubixá**	40.376	4°	2,190	2,970	456	228	4,56	6,14	1,10	1,500	0,438
	Sub – bacia Rio Joéba	38,221	4°	2,33	2,22	429	214	4,0	3,32	0,830	1,601	0,390
	Áreas de drenagem direta	5,878	-	1,692	3,06	591	295	3,62	1,567	0,431	-	-
	URJ	84,475	-	2,220	2,630	450	225	4,41	4,48	0,882	1,399	0,511

Dd – densidade de drenagem, Dh – densidade hidrográfica, Cm – coeficiente de manutenção, Eps – Extensão do percurso superficial, Rb – razão de bifurcação, Rlm – relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem, Rlb – relação entre o índice de comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação, K – fator de forma e C – índice de circularidade.

Observando-se esta tabela é possível perceber que as duas sub-bacias principais ocupam áreas de tamanhos próximos, ou seja, (40,376 km²) para a sub-bacia do Rio Crubixá e (38,221 km²) para a sub-bacia do Rio Joéba.

Entretanto, mesmo elas tendo tamanhos quase iguais, os índices de K e C serão diferentes, evidenciando que a do Rio Crubixá esta mais próxima de um circulo, podendo apresentar maiores probabilidades a eventos de inundação. Isso é confirmado pela presença, nesta sub-bacia, de planícies alveolares, que a despeito

de serem restritas e muito bem embutidas, confirma a presença de pontos onde há inundação. Todavia, a sub-bacia do Rio Joéba é menos circular e possui planícies fluviais, que também infere a presença de áreas de inundação. No entanto, sua rede de drenagem deve liberar o deflúvio mais rapidamente que a do Rio Crubixá.

As Dd e Dh destes dois subespaços hidrográficos não apresentam grande discrepância, sendo que as mesmas, possuem altos índices de Cm (456 e 429 m²) e Eps (228 e 214 m.), respectivamente. É preciso, portanto, de grandes espaços geomórficos para se alimentar um metro de canal permanente. Infere-se daí que os relevos destas sub-bacias, constituem áreas com boas taxas de infiltração, em comparação com as outras sub-bacias analisadas anteriormente. Em trabalhos de campo, entretanto, é possível visualizar uma paisagem de coberturas pedológicas com grandes profundidades, onde, somente em setores restritos de leitos encachoeirados e vertentes de alta declividade se observa afloramentos de rochas nuas. Em estudos sobre hidrodinâmica de coberturas pedológicas por nós desenvolvidos, Vervloet (op. cit.), em rochas granodioríticas, descobrimos que coberturas derivadas de rochas dioriticas e granodioríticas podem constituir solos com boas taxas de infiltração.

A Rb das duas sub-bacias terá um valor significativo, (4,56 e 4,0), respectivamente, tendo o Rlm e Rlb da rede de drenagem do Rio Crubixá, valores maiores. Isso é conseqüência da natureza ramificada dessa rede hidrográfica, que permite que se tenha alta relação no índice de Rlm e Rlb, em função do fato de que há maiores quantidades de canais de 1° ordem, ocorrentes nas vertentes dos vales dessa sub-bacia, como se vê perfeitamente pelo MDT da unidade, fortalecido pela ordem de hierarquia do canal principal, que atinge a 4°ordem, portanto baixa, em relação aos

outros rios analisados. A sub-bacia do Rio Joéba terá bons valores desses índices, todavia, serão mais baixos que a do Rio Crubixá.

O perfil longitudinal foi realizado para os rios Crubixa e Joéba, estando representados nas figuras (67 e 68) e os valores dos índices de SL e S estão plotados nas tabelas 12 e 13.

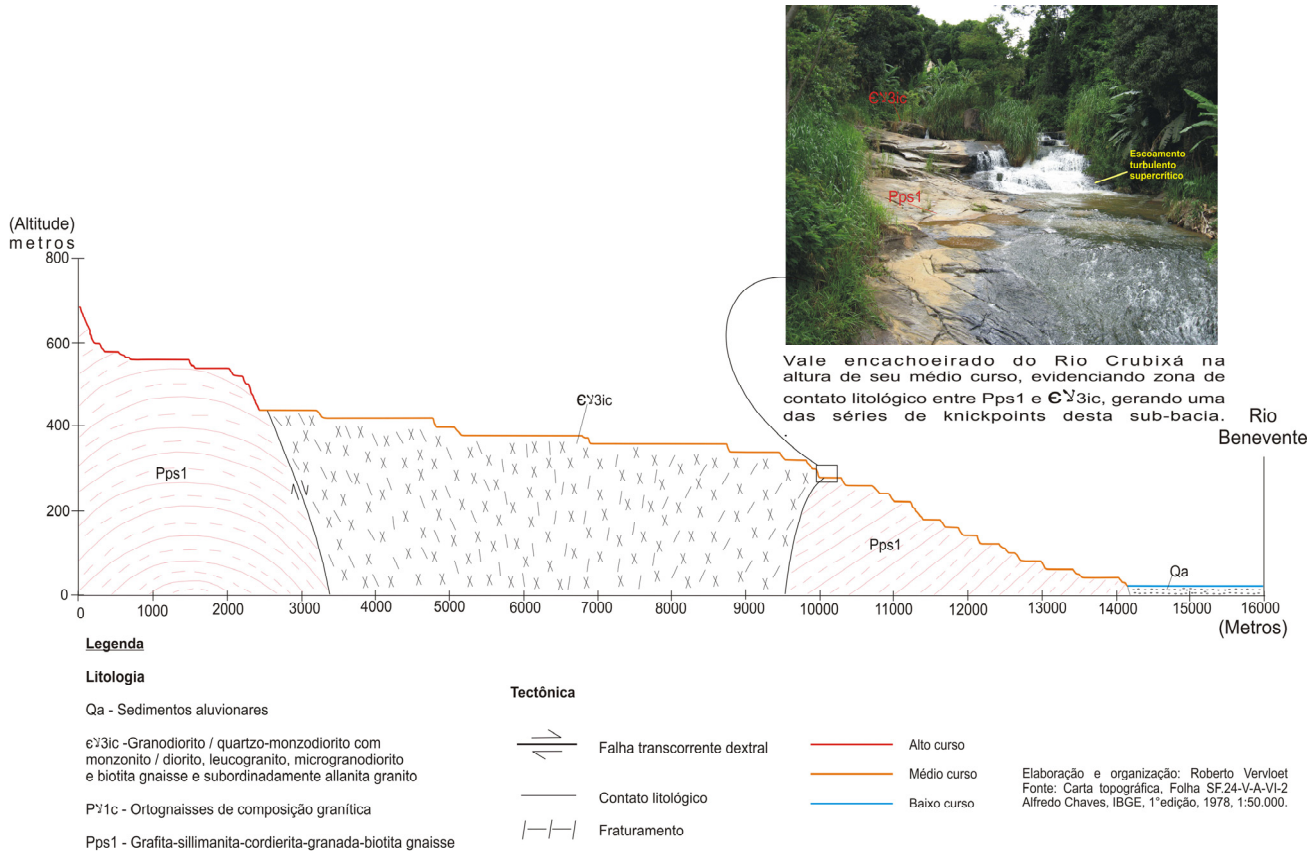


Figura (67). Perfil longitudinal do Rio Crubixá.

Tabela 12 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) do Rio Crubixá		
Alto curso – Cota máx. – 710 m Cota mín. – 430 m Extensão – 2.500 m. Amplitude – 280 m. SL = 280 S = 0,1120 m / m	Médio curso – Cota máx. – 430 m. Cota mín. – 30 m. Extensão – 11,600 m. Amplitude – 400 m. SL = 286,206 S = 0,0345 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 30 m. Cota mín. – 15 m. Extensão – 2,074 m. Amplitude – 15 m. SL = 109,476 S = 0,0072 m/m

Nota-se que há uma diferença básica no perfil destes dois rios. O Rio Crubixá tem um perfil com um apreciável escalonamento, que apresenta influência muito forte da litologia, ou seja, o seu médio curso pode ser dividido em dois setores, onde esse escalonamento, possuirá também uma distinção básica, dada pelo comportamento diferencial deste canal em entalhar as rochas Pps1 e Є𝛶3ic. Nas rochas Pps1 a dinâmica erosiva fluvial gera escadas menos espaçadas, ao passo que sobre Є𝛶3ic, forma-se patamares de extensão mais comprida. Característica que ocorre com menor efeito no trecho de alto curso.

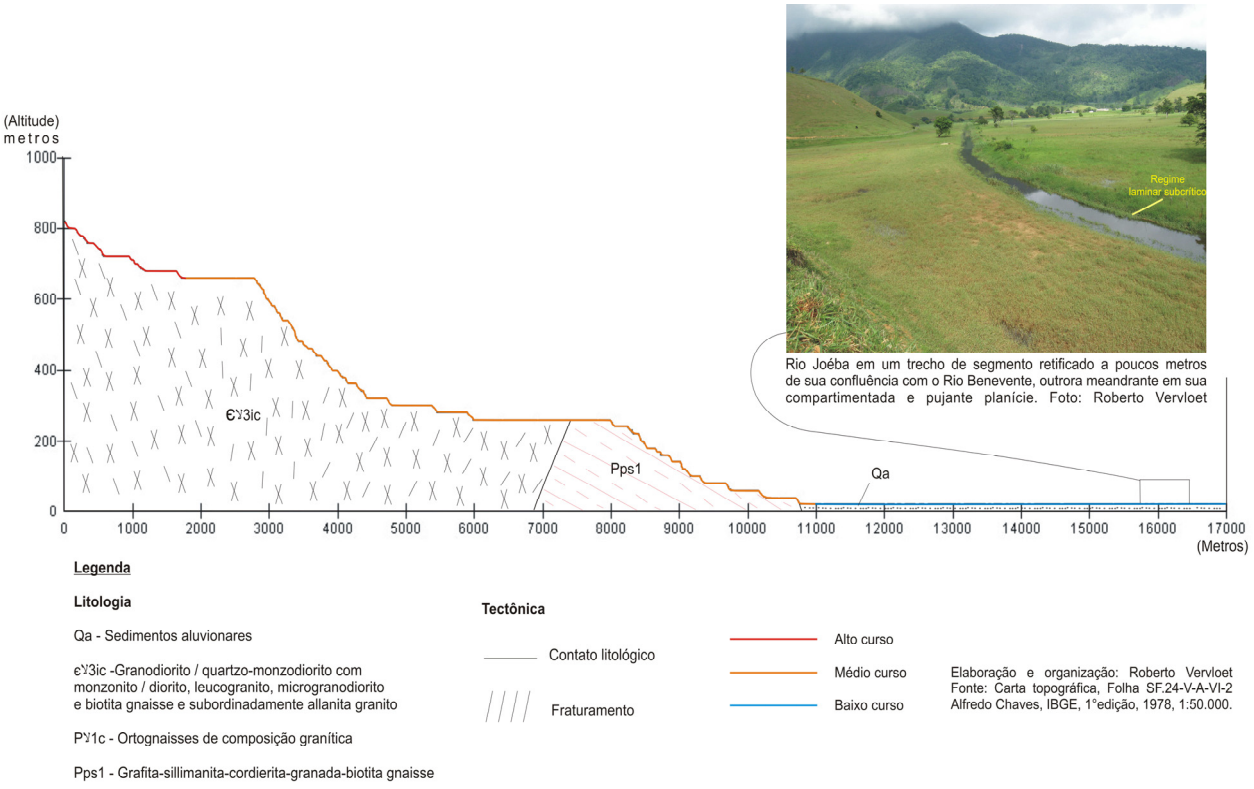


Figura (68). Perfil Longitudinal do Rio Joéba

Tabela 13 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) do Rio Joéba		
Alto curso – Cota máx. – 830 m Cota mín. – 650 m Extensão – 1,900 m. Amplitude – 180 m. SL = 180 S = 0,0947 m / m	Médio curso – Cota máx. – 650 m. Cota mín. – 20 m. Extensão – 9,100 m. Amplitude – 630 m. SL = 446,538 S = 0,0692 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 20 m. Cota mín. – 10 m. Extensão – 7,000m. Amplitude – 10 m. SL = 20,714 S = 0,0014 m/m

O Rio Joéba, por seu turno, possui um perfil com traçado da linha longitudinal na forma de duas concavidades, no trecho de médio curso, sendo interrompidas por knickpoints que sustentam patamares mais extensos em comprimento.

É muito curiosa a presença dessas duas concavidades no seu médio curso, geradas em dois grupos de litologias distintas das unidades Pps1 e Є\3ic, tendo um escalonamento muito regular nas suas partes iniciais, tanto para uma quanto para outra. Fato que se repete em seu trecho de alto curso. Trata-se de uma questão que somente o estudo da dinâmica erosiva fluvial deste canal poderá elucidar.

Quanto aos índices de SL e S destes dois canais, houve a quebra de uma tendência, que era o decréscimo seqüencial dos valores de alto para o baixo curso.

No Rio Crubixá essa quebra seqüencial não é tão significativa, pois os valores de SL para o alto e baixo curso, não são tão discrepantes, sendo de (280) para o alto curso e (286,206) para o médio curso, demonstrando que não há diferença importante de poder erosivo entre estes dois trechos.

Entretanto, no Rio Joéba ocorre uma discrepância muito forte entre os valores de SL para os trechos de alto e médio curso, (180) e (446,538), respectivamente. Isso infere em um poder erosivo muito maior, atuante no canal, em seu trecho de médio curso.

Essa diferença no valor de SL, para estes dois trechos do Rio Joéba, se deve as duas concavidades existentes no médio curso deste rio, que implica em dois setores

com alta declividade fluvial, onde há uma quantidade maior de quedas d'água, interferindo, por conseguinte, na natureza elevada deste dado. Isto está relacionado aos trechos deste canal, onde ocorre muita declividade da linha do perfil, acompanhada de maior comprimento. Fato influência o aumento dos valores de SL.

Para concluir, devemos lembrar que a URJ apresenta um controle litoestrutural, que é nítido nas observações de sua imagem de MDT, mas que, no entanto, esse condicionamento vai apresentar características peculiares, que estão relacionadas a evolução de relevo em regiões de domos intrusivos, respondendo este fato pela compartimentação e sub-compartimentação hidromorfológica desta unidade.

4.3.4 – Unidade Rio Batatal – URB.

Notável sobre todos os aspectos é o vale fluvial originado pelo entalhamento do rio que dá nome a esta unidade, o vale do Rio Batatal. Trata-se de uma das formas de relevo mais importantes da bacia do Rio Benevente, em termos de compartimentação, beleza cênica e significado geocientífico. Nada no espaço físico dessa bacia é comparável ao quadro paisagístico de perfeita sub-compartimentação morfológica e relevância estrutural concernente ao vale do Rio Batatal, que junto ao vale do Rio Caco de Pote, constitui os dois principais sub-compartimentos desta unidade.

A URB é caracterizada pela disposição desses dois vales que apresentam seus eixos orientados, praticamente, na mesma direção N – S, junto com o encaixamento da drenagem, mas que, no entanto, possuem relevantes diferenças morfológicas, embora sejam participantes da mesma estruturação tectônica regional.

O vale do Rio Caco de Pote é de extensão mais curta comparado ao do Batatal, e seus tributários laterais estão mais “desenvolvidos”, apresentando uma planície fluvial que se alarga na confluência com o Córrego do Veado e sofre encurtamento nas proximidades da confluência com o Rio Benevente, como é possível visualizar pelo MDT da fig. (69), que demonstra a organização geomórfica destes dois vales. Neste setor, há ainda a ocorrência de colinas convexas embutidas em contato abrupto com as planícies fluviais.

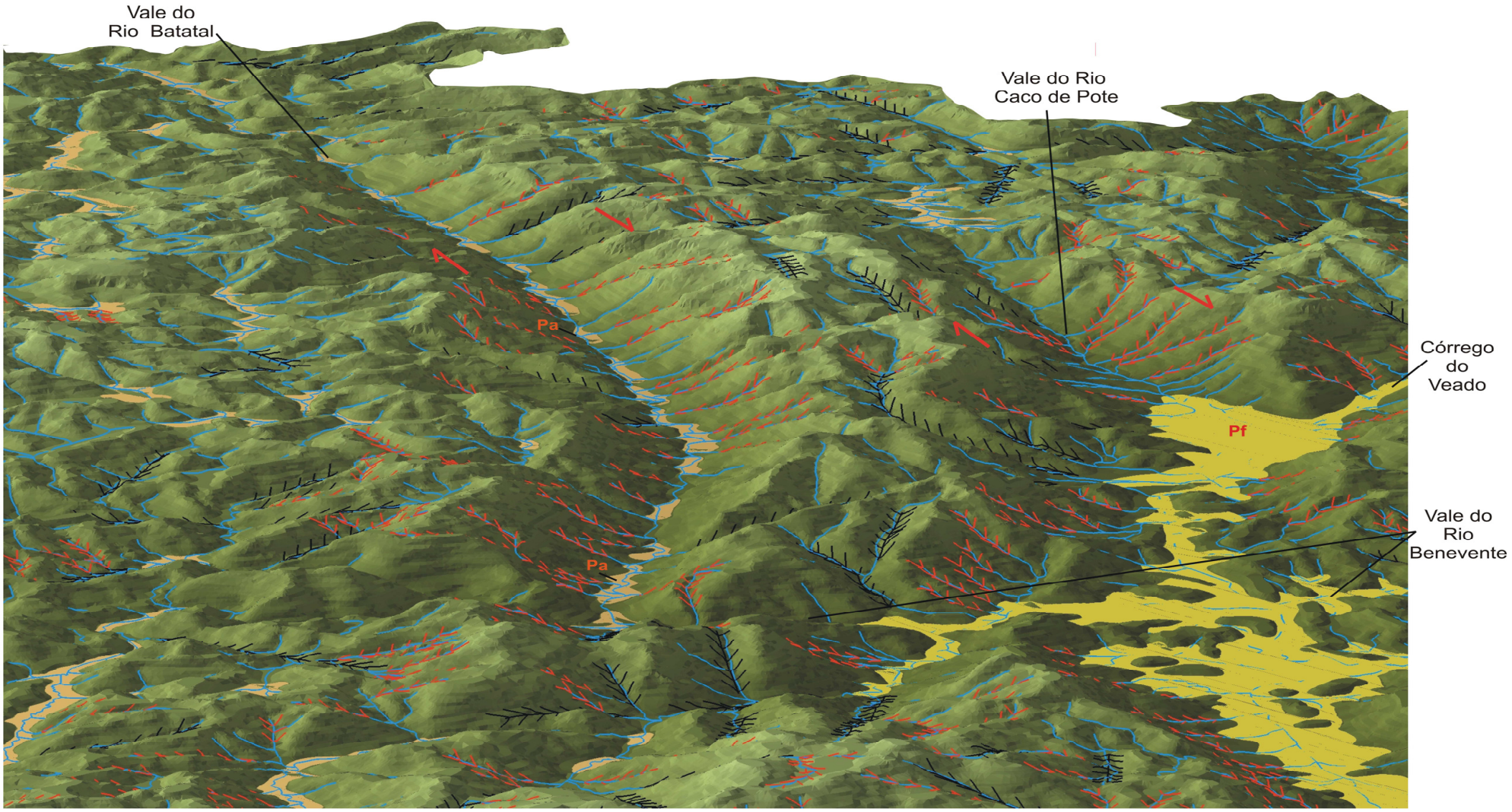


Figura (69). Modelo digital de terreno do vale do Rio Batatal e Caco de Pote

São, provavelmente, formas residuais oriundas da dissecação fluvial sobre uma variação litológica mais resistente.

O vale do Rio Batatal é mais extenso, longitudinalmente, com cerca de 20 km de comprimento, quase duas vezes o vale do Caco de Pote, apresentando uma série de planícies alveolares encaixadas, constituindo um arranjo perfeitamente escalonado, sendo a conseqüência direta do controle e deposição fluvial de sedimentos em zonas de barramento de fluxo, por soleiras de rochas mais resistentes, da fácies metamórfica anfibolítica. São eventuais knickpoints locais formados pela própria dinâmica da calha fluvial.

Embora estes dois vales possuam diferenças morfológicas significativas, os processos de entalhamento linear fluvial sobre os mesmos foram de natureza muito similares, pois ambos estão encaixados em falhas de cisalhamento transcorrente dextral, que são a borda direita da Zona de Cisalhamento Batatal.

Pela imagem do MDT de ambos os vales, representado na fig. (69), e do MDT da URB, na fig. (70), é possível notar a importância que tem os dois canais principais, os Rios Batatal e Caco de Pote para a evolução geomórfica desta unidade.

São rios que se ampliaram longitudinalmente de forma linear, entalhando a superfície, formando um amplo vale e rebaixando rapidamente os níveis de base locais, de modo que em alguns lugares os tributários laterais não puderam acompanhar esse rápido entalhamento, criando desníveis no contato destes com os dois rios principais.

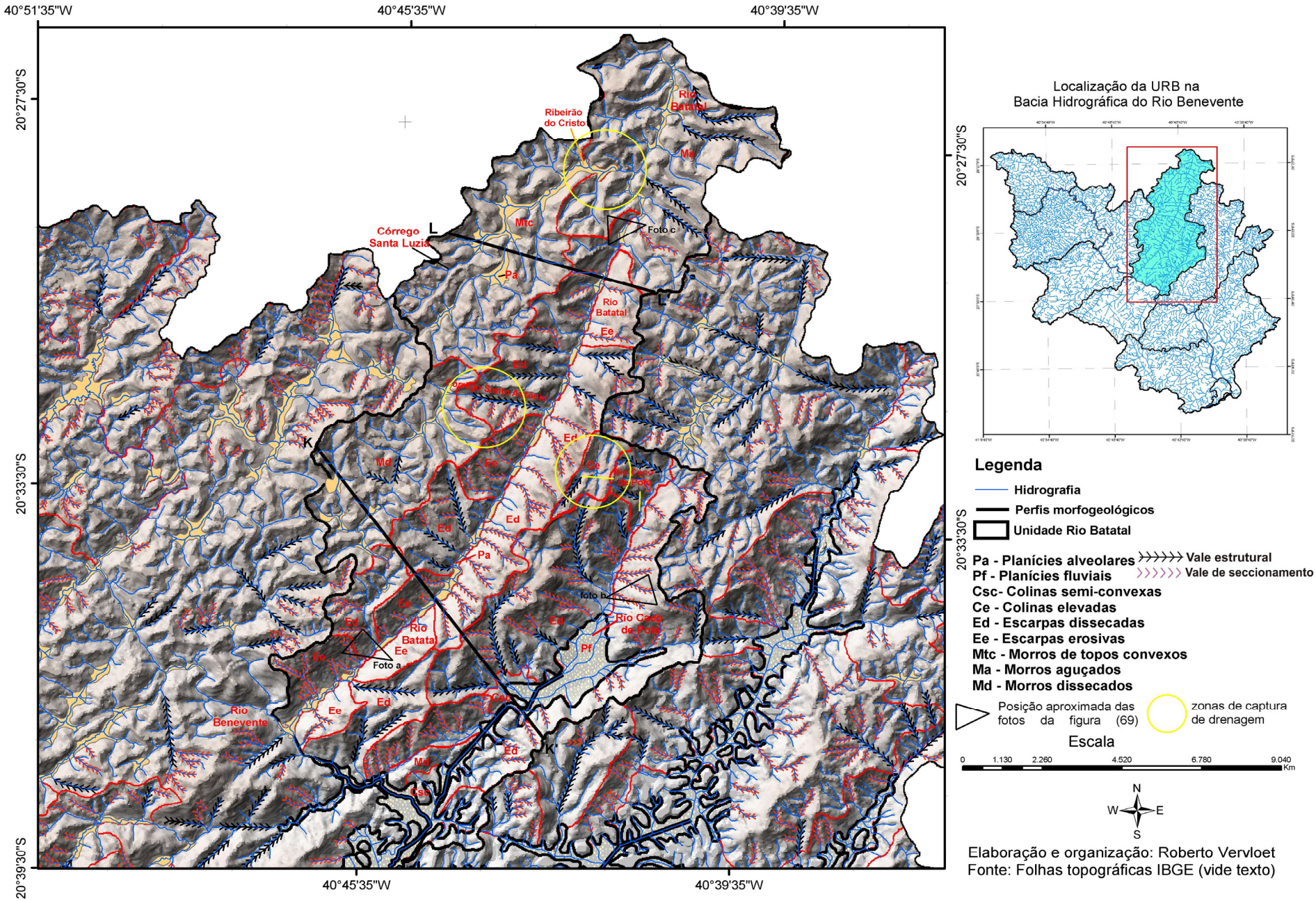


Figura. (70). Modelo digital de terreno da Unidade Rio Batatal – URB.

A resposta desta dinâmica de entalhamento e evolução é a formação de um padrão de drenagem do tipo em treliça falhado, com estes dois rios principais funcionando como os canais mestres subseqüentes, e que condicionam, de forma direta, a dinâmica de seus tributários, que são um exemplo clássico de rios obsequentes.

O Rio Caco de Pote apresenta um vale de comprimento menor, devido ao fato de que suas cabeceiras e "complexo de nascentes"[21] principais não avançaram mais longitudinalmente, do que o Rio Batatal, por terem sido barradas na zona de contato entre os gnaisses do Complexo Paraíba do Sul (Pps1) e os ortognaisses graníticos (PɣIc). Neste setor houve migmatização no contato entre as rochas intrusivas (PɣIc) e as rochas pré-existentes (Pps1), gerando uma faciologia mais resistente, resultando em maior dificuldade para os canais de cabeceira se encaixar e se desenvolver linearmente.

Neste contexto, o setor de alto e médio curso desta sub-bacia estará mais próximo das planícies fluviais, que se alargam nas zonas de confluência fluvial, mantendo contato abrupto com as escarpas erosivas. Exceção seja feita a essas características diferenciais - coincidente nos vales e existentes nos tipos de contato entre formas de relevo - há certo grau de semelhança entre a sub-bacia do Rio Caco de Pote com a do Rio Batatal.

Essa similaridade ocorre em detrimento da maneira como se organiza e evoluem, geometricamente, as escarpas erosivas e dissecadas desta unidade. Aqui, fica mais fácil entender as diferenças básicas entre os processos de seccionamento e

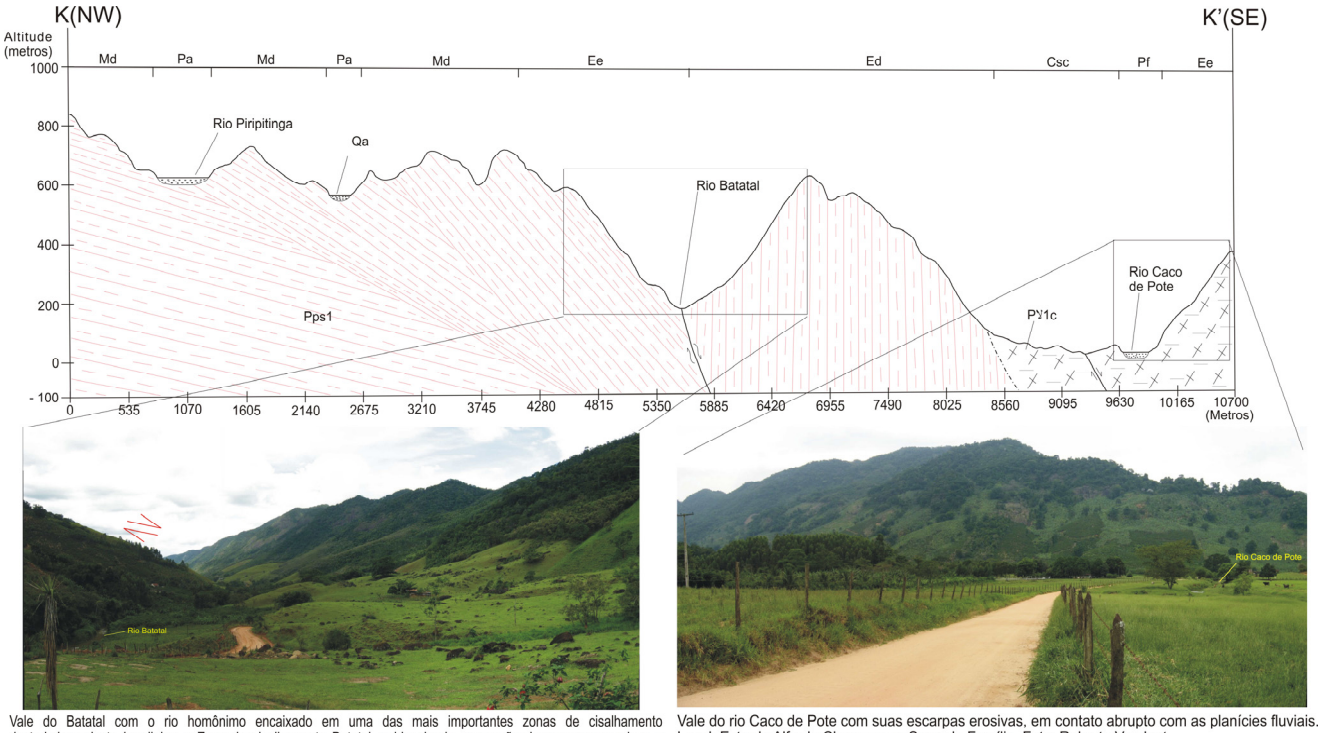
[21] Complexo de nascentes é usado em referência ao conjunto de nascentes principais, que determinam a frente de expansão da rede de drenagem, tomando, no caso, a sub-bacia referida.

festonamento, que esclarecemos a algumas páginas atrás, nas URG e URC. Na verdade, foram os trabalhos de campo realizados em certos setores desta unidade, quem nos levou a projetar tais formulações empíricas e conceituais sobre os espaços estudados ao longo da bacia do Rio Benevente.

Pela visualização do perfil morfogeológico K – K' da fig. (71) é possível observar como há similaridade geométrica entre as escarpas de ambos os vales. A diferença reside na largura, posição altitudinal e no grau de dissecação. As escarpas da sub-bacia do Rio Caco de Pote estão mais desnudadas, com vales de tributários obsequentes que a muito deixaram de ser seccionantes. Podemos até considerá-las, também como vales festonantes, tal é o nível de dissecação e evolução das mesmas na entrada deste vale.

Ao mesmo tempo, as escarpas do Vale do Batatal estão com geometria mais preservada, menos dissecada e possibilitando levantar elementos que caracterizem os estágios evolutivos de sua gênese.

No setor inicial do vale do Rio Caco de Pote, o grau de dissecação ocorreu de uma forma tão intensa, que nos últimos milhares de anos, as escarpas dissecadas têm dado espaço para a formação de colinas semi-convexas e morros dissecados, em posição altimétrica mais inferior, próximo dos 150 e 300 metros de altitude, respectivamente.



Vale do Batatal com o rio homônimo encaixado em uma das mais importantes zonas de cisalhamento dextral do sudeste brasileiro, a Zona de cisalhamento Batatal, evidenciando a geração de escarpas erosivas e dissecadas, relativamente semelhante ao vale do Rio Caco de Pote . Local: Igreja de Santana. Foto: Roberto Vervloet

Vale do rio Caco de Pote com suas escarpas erosivas, em contato abrupto com as planícies fluviais. Local: Estrada Alfredo Chaves para Sagrada Família. Foto: Roberto Vervloet.

Legenda

Morfologia

Pa - Planície alveolar
Pf - Planície fluvial
Csc - Colinas semi-convexas.
Ee - Escarpas erosivas
Ed - Escarpas dissecadas.
Md - Morros dissecados

Litologia

Qa - Sedimentos aluvionares
Pps1 - Grafita-sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaisse
PY1c - Ortognaisses de composição granítica.

Tectônica

Falha transcorrente dextral
Zona de cisalhamento transcorrente dextral
Fraturamento

Elaboração e organização: Roberto Vervloet
Fonte: Féboli et al (1993) e Vieira et al (1997) e cartas topográficas IBGE (1978) (vide texto)..

Figura (71). Perfil morfogeológico K - K' da URB.

É desnecessário insistir na tese de que não foram os mecanismos de evolução longitudinal dos tributários obsequentes, os responsáveis pela gênese dessas formas de relevo, situadas em sentido lateral ao vale principal do Caco de Pote e Batatal.

Este arranjo geomórfico dos terrenos na entrada dos dois vales, portanto, se diferenciam quanto a certas características geométricas, mas são similares com relação aos fatos evolutivos geomórficos e de sub-compartimentação.

Através do perfil K – K' ainda é possível visualizar a posição altimétrica de grupos de forma de relevo acima dos 600 metros de altitude. São um conjunto de morros

dissecados associados a planícies alveolares, que sofrem aos poucos, os impulsos oriundos da dissecação fluvial linear de aprofundamento vertical. Trata-se de um conjunto de formas protegidas da ação erosiva fluvial intensa, devido à formação de knickpoints nos afluentes obsequentes ao Vale do Rio Batatal. A presença de planícies alveolares a montante desses knickpoints denuncia a importância que eles têm no controle dos impulsos de dissecação derivados da ação fluvial.

Esses impulsos determinam certos estágios de dissecação, que tem refletido nas vertentes, tanto em termos de geometria, quanto no que diz respeito aos processos de reafeiçoamento das mesmas. Não é difícil, ao fazer um breve cotejo por esses dois vales, encontrar cicatrizes denunciando processos de movimentos de massa recentes, que em certos casos tem haver com o aprofundamento dos níveis de base locais; e em outros, trata-se de escorregamentos advindos do encharcamento intenso das coberturas das vertentes, provocados por períodos mais chuvosos. Essas cicatrizes podem ser visualizadas pela fig. (72).

É praticamente impossível estabelecer os mecanismos genéticos desses processos, sem uma investigação mais aprofundada de suas variáveis. Por ora, o que se dá para saber é que em alguns locais, as vertentes a qual ocorrem esses eventos, estão em conexão direta com algum canal de drenagem, seja principal ou tributário; e em outros lugares, não há nenhuma conexão, estando tal evento, muito provavelmente, relacionado aos períodos de intensa atividade pluviométrica regional. Entretanto, eles estão muito associados aos mais distintos sub-compartimentos de formas de relevo nas diferentes unidades, e relacionados a muitas cicatrizes que apresentam arestas suavizadas nas vertentes adjacentes, que denuncia um evento

anterior, outrora ocorrido em uma outra época. São, no entanto, mais freqüentes em coberturas pedológicas desenvolvidas em gnaisses Pps1.

Foto a. Vale do Rio Batatal nas proximidades da Igreja de Santana. Visada para NW.

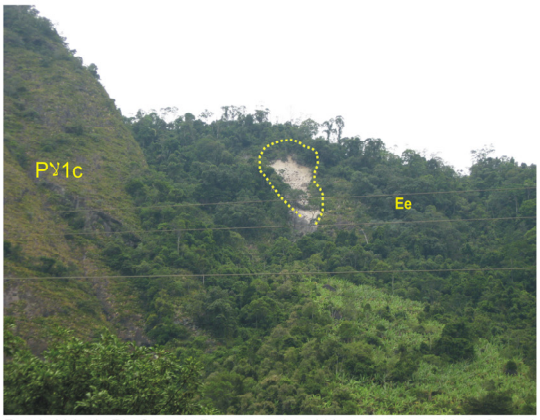


Foto b. Vale do Rio Caco de Pote antes da subida para a comunidade Sagrada Família. Visada para E.

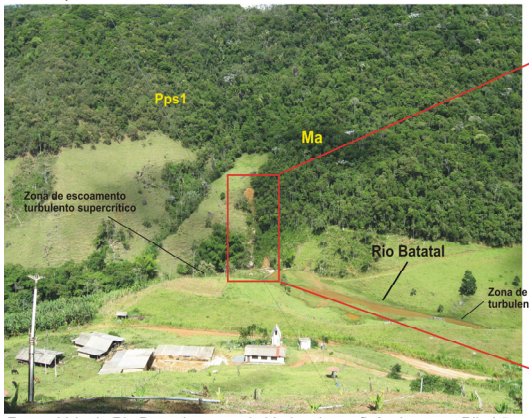


Foto c. Vale do Rio Batatal nas proximidades da confluência com o Ribeirão do Cristo. Visada para WSW.

Legenda

Ma - Morros aguçados

Ee - Escarpas erosivas

PƳ1c - Ortognaisses de composição granítica

Pps1 - Grafita-sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaisse

Cicatriz oriunda de movimentos de massa.

Figura (72). Vertentes escarpadas e íngremes nos vales do Rio Batatal e Caco de Pote, evidenciando eventos recentes de movimentos de massa, o qual a despeito de estudos mais aprofundandos, torna-se difícil delimitar os mecanismos genéticos de sua formação.

Fotos e elaboração: Roberto Verviloet

Nas vertentes que estão em conexão direta com a drenagem, como é o caso das fotos a e c da figura (72), pode se perceber que os impulsos da dissecação fluvial, ocasionada pela dinâmica de entalhamento dos canais, provocam o rebaixamento do nível de base local, determinando nova condição de “equilíbrio”, forçando a geometria da mesma a ter que se ajustar ao novo contexto desse nível de base local. Esses fatos podem ser sistematizados, através de uma cartografia de detalhe, nas vertentes em que apresentam cicatrizes suavizadas e de processos atuais, determinando a relação que há entre rebaixamento do canal fluvial, dinâmica da vertente e movimentos de massa da cobertura pedológica. Entretanto, a escala e

objetivos desta pesquisa, não permitem tratar destes fatos com maior grau de detalhe.

Pela observação do perfil morfogeológico L – L' da fig. (73) e do MDT da unidade, é possível ver a presença de planícies alveolares com maior expressão em área, estando mais largas e com eixo longitudinal mais extenso, sendo, no entanto, embutidas entre morros de topos convexos, nas porções superiores da unidade em cotas entre 600 e 800 metros de altitude.

São as planícies dos córregos Santa Luzia, Ribeirão do Cristo e Martônio, (vide MDT da URB) que possuem, junto com o Córrego Santo Antônio e a nascente "principal" do Caco de Pote, a rede de drenagem orientada para NE, ou seja, as cabeceiras e os canais de terceira ordem destes córregos seguem esta direção, até que em determinado momento, os córregos Ribeirão do Cristo e Santo Antônio fazem uma espetacular inflexão para leste, caracterizando uma das mais notáveis anomalias de drenagem da região.

Trata-se de córregos que foram capturados pelos tributários obseqüentes do Rio Batatal e Caco de Pote em determinada ocasião do Quaternário, incorporando-os as suas redes fluviais, e invertendo a direção das drenagens.

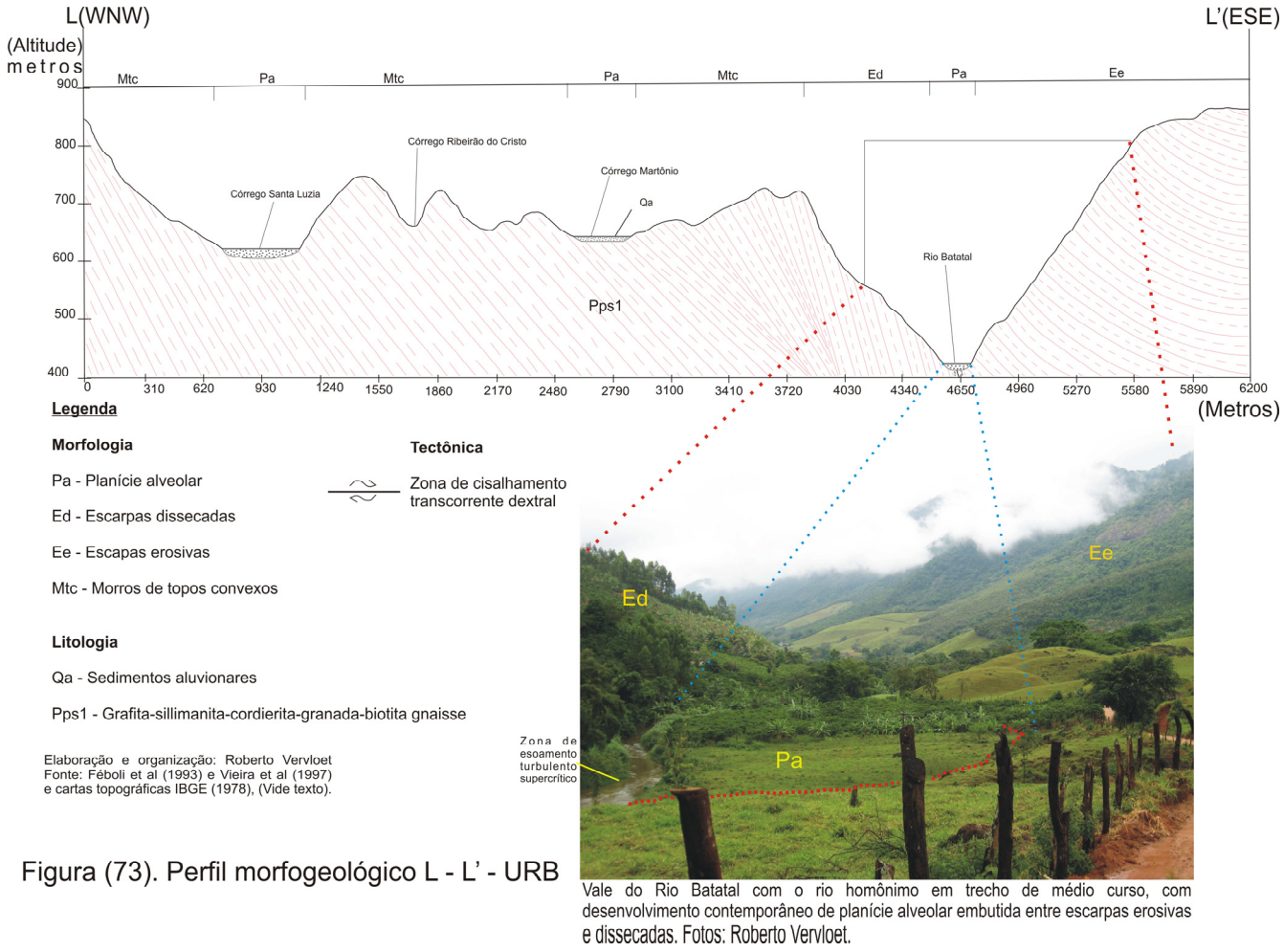


Figura (73). Perfil morfogeológico L - L' - URB

Vale do Rio Batatal com o rio homônimo em trecho de médio curso, com desenvolvimento contemporâneo de planície alveolar embutida entre escarpas erosivas e dissecadas. Fotos: Roberto Vervloet.

Se olharmos o MDT da URB e o mapa geomorfológico, veremos na margem esquerda do Vale do Rio Batatal, na altura das nascentes do Rio Caco de Pote, um setor que mapeamos como de colinas elevadas, onde está a nascente "principal" desse rio, com drenagem orientada para NE. São pequenas colinas de topos com geometria convexa que estão posicionados em uma altitude entre 920 e 960 metros.

A importância dessas colinas reside em seu significado geomorfológico, pois são os remanescentes da superfície de erosão pretérita que ocorria na região, ao tempo em que as drenagens, tanto as que foram capturadas pelo Corindiba quanto as que foram capturadas pelo Rio Batatal e Caco de Pote, escoavam para NE. Elas são sustentadas por rochas quartizíticas mais resistentes da unidade Pps2qtxt.

Essas redes de drenagens, anteriores aos processos de captura, eram contemporâneas a essa superfície, sendo esta, reafeiçoada após a captura destes canais, que fluíam em direção a NE, pelos tributários obseqüentes dos rios principais, Rio Batatal e Caco de Pote. É provável que ela tivesse uma ligeira inclinação para NE, devido ao fato de que todos os canais posicionados na cota altimétrica desta antiga superfície se dirigiam para esta direção.

Sabemos dessas capturas não somente pela orientação atual da drenagem para NE, algo anômalo no conjunto total da rede, mas também pelo reafeiçoamento desta antiga superfície, a mesma que tratamos na Unidade do Rio Corindiba – URC, devido a sua posição geomorfológica no quadro regional, e, principalmente, pela dinâmica de avanço e evolução dos tributários obseqüentes dos rios principais.

A cada processo de captura, há uma adaptação do canal principal, que necessita se ajustar às novas condições hidrogeomórficas e hidráulicas, resultando em rebaixamento dos níveis de base locais e regionais.

Como resultado, nas regiões de captura há maior grau de dissecação dos terrenos, condicionando um relevo de geometria com formas mais convexas e/ou aguçadas e geração de knickpoints no perfil longitudinal dos canais, formando planícies alveolares a montante destes. Esse esquema morfológico da paisagem se repete regularmente nestes setores.

É desta forma que vai aparecer morros de topos convexos, planícies alveolares e escarpas, em certos setores influenciados por esses eventos de captura, nas partes finais dos dois vales entre 600 e 750 metros de altitude. É óbvio que estamos falando a modo grosseiro, pois cada região vai ter um conjunto quase inumerável de variáveis, que interferem em toda a dinâmica do contexto geomórfico, condicionando uma heterogeneidade de formas de relevo, a qual somente a cartografia de ultra-detalhe é capaz de listar. Entretanto, expressar tal cenário dinâmico, ainda que de maneira incipiente, é imprescindível.

Os dados hidrográficos da URB estão representados na tabela 14.

Tabela 14 – Dados dos Parâmetros Hidrográficos Numéricos da URB

		Parâmetros Hidrográficos										
	Unidade Rio Batatal - URB	**Área (Km²)**	**Ordem**	**Dd**	**Dh**	**Cm (m²)**	**Eps (metros)**	**Rb**	**Rlm**	**Rlb**	**K**	**C**
Sub-bacias e áreas de drenagem direta representativa	**Sub-bacia - Rio Batatal**	111,566	5°	2,460	3,15	406	203	4,21	2,904	0,763	1,918	0,271
	Sub – bacia Caco de Pote	47,450	4°	3,010	4,10	332	166	5,72	3,770	0,589	1,645	0,369
	Áreas de drenagem direta	6,831	-	1,969	0,840	508	254	4,33	1,524	0,352	-	-
	URB	165,847	-	2,599	3,390	384	195	4,59	2,69	0,593	1,241	0,263

Dd – densidade de drenagem, Dh – densidade hidrográfica, Cm – coeficiente de manutenção, Eps – Extensão do percurso superficial, Rb – razão de bifurcação, Rlm – relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem, Rlb – relação entre o índice de comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação, K – fator de forma e C – índice de circularidade.
Organização: Roberto Vervloet.
Fonte: cartas topográficas do IBGE (1978).

Alguns dados nesta tabela, começam a confirmar uma importante tendência, existente na relação entre controle estrutural das formas das sub-bacias e unidades com o desenvolvimento da hidrografia, pois em todas as unidades, os valores dos índices K e C demonstram redes hidrográficas, que estão longe de atingir um formato próximo do circular. Isto tem levado a perceber que, a despeito de se ter

sistemas de drenagem que dissecam fortemente as estruturas da superfície, há um forte condicionamento da evolução hidrográfica que é revelado pelas características de alguns parâmetros aplicados.

Como se pode ver, as duas sub-bacias da URB estão longe de atingir o formato circular, ou seja, seus índices de K e C são muito baixos. Fato que é absolutamente perceptível pela simples observação do MDT desta unidade, implicando em bacias que possuem rápida liberação do deflúvio, inferindo em grande poder de dissecação da superfície.

Há uma discrepância significativa no tamanho das duas sub-bacias. Enquanto a do Rio Batatal ocupa uma área de 111,566 km² a do Rio Caco de Pote apresenta tamanho de 47,450 km². Fato que interfere nos dados de Dd, Dh, Cm e Eps das duas sub-bacias, tendo a do Rio Caco de Pote valores de Dd e Dh maiores que a do Rio Batatal, ao passo que os dados de Cm e Eps da sub-bacia do Rio Batatal, serão maiores.

A ramificação das duas sub-bacias também apresenta discrepâncias significativas, pois o Rio Batatal é um canal que atinge a 5° ordem de hierarquia, enquanto o canal do Caco de Pote chega a 4° ordem. Essa diferença que há na ramificação hidrográfica dessas duas sub-redes de drenagem, que pode até ser observada pela imagem de MDT, têm implicação direta nos valores de Rb, Rlm e Rlb, que são parâmetros que apresentam variações muito sutis nos dados de bacias naturais.

Nota-se que a sub-bacia do Rio Caco de Pote tem índices de Rb (5,72) e Rlm (3,770) maiores que a do Rio Batatal, que possui, no entanto, o indice de Rlb (0,763) maior que a do Caco de Pote.

Esses valores maiores de Rb e Rlm para a sub-bacia do Rio Caco de Pote, esta relacionado ao fato de que esta sub-rede hidrográfica, não conseguiu evoluir, a ponto de diminuir a relação existente entre canais de 1° e 2° e 3° ordem, ou seja, há nesta rede de drenagem uma quantidade grande de canais de 1° ordem, que não conseguiram se desenvolver no sentido de provocar uma razão de bifurcação que diminuísse essa relação entre as ordens.

Esse fato tem uma relação muito forte com os processos de obsequência, pois na sub-bacia do Rio Batatal, alguns tributários obsequentes, outrora canais de 1°ordem, se expandiram além escarpas erosivas e dissecadas, possibilitando expansão vertical e horizontal dessa rede hidrográfica, ao nível em que se permitisse diminuição da relação entre os canais das várias ordens subseqüentes. Por isso, os valores de Rb e Rlm dessa sub-bacia são menores.

Pela imagem MDT da unidade é possível observar a diferença de expansão da drenagem dessas duas sub-bacias.

Os perfis longitudinais dos rios Batatal e Caco de Pote estão nas figs. (74 e 75) e os dados de SL e S nas tabelas 15 e 16.

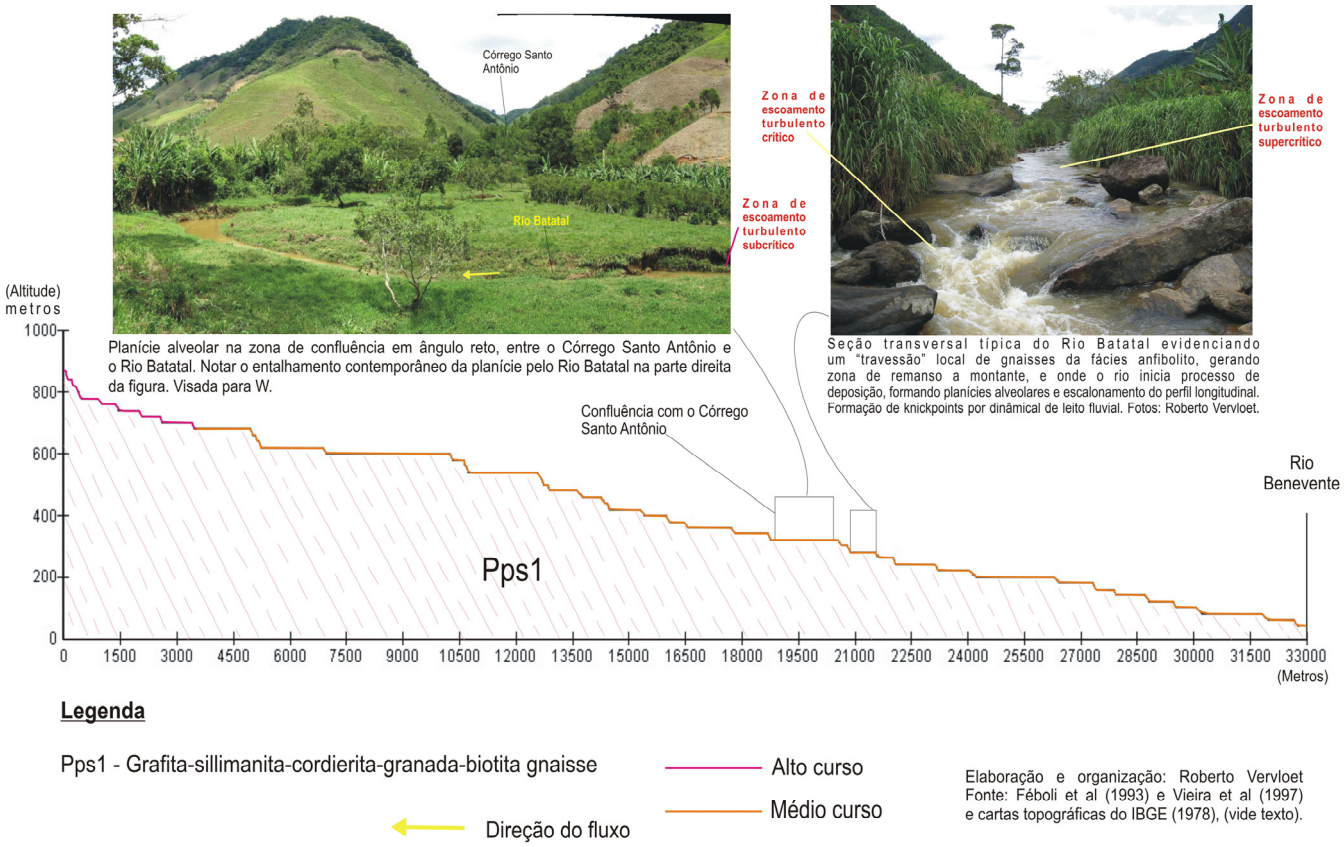


Figura (74). Perfil longitudinal do Rio Batatal.

Tabela 15 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) do Rio Batatal	
Alto curso – Cota máx. – 900 m Cota mín. – 680 m Extensão – 3.570 m. Amplitude – 220 m. SL = 220 S = 0,0616 m / m	Médio curso – Cota máx. – 680 m. Cota mín. – 40 m. Extensão – 29.430 m. Amplitude – 640 m. SL = 397,630 S = 0,0217 m / m

Observem que há uma diferença muito importante, em termos de perfis longitudinais ocorrente nestes dois rios.

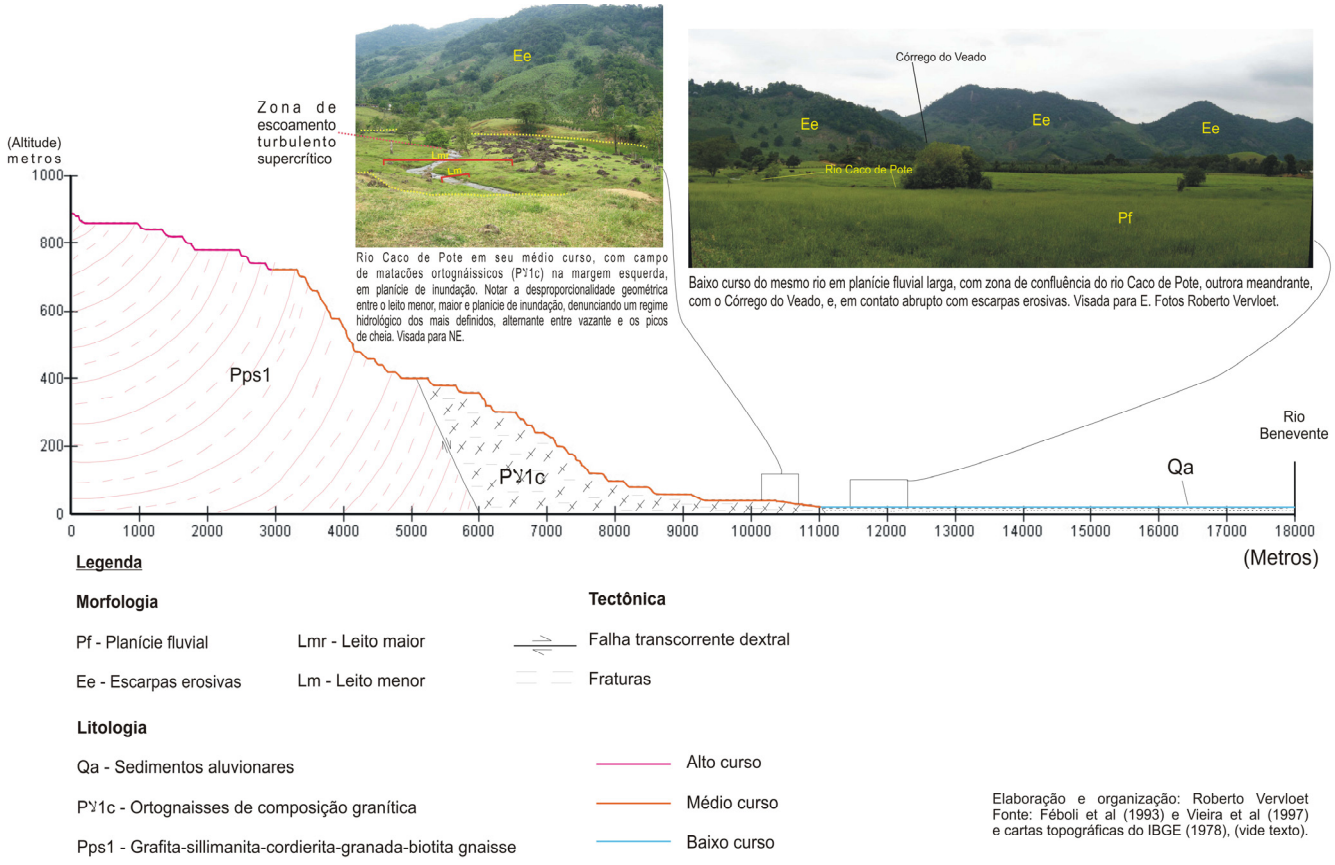


Figura (75). Perfil longitudinal do Rio Caco de Pote

Tabela 16 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) do Rio Caco de Pote.		
Alto curso – Cota máx. – 920 m Cota mín. – 730 m Extensão –3.000m. Amplitude –190 m. SL = 190 S = 0,0633 m / m	Médio curso – Cota máx. – 730 m. Cota mín. – 21 m. Extensão – 8.000m. Amplitude – 709 m. SL = 620,375 S = 0,0886 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 21 m. Cota mín. – 10m. Extensão – 7.000 m. Amplitude – 11 m. SL = 22,785 S = 0,0016 m / m

O Rio Batatal possui o perfil longitudincal mais escalonado e de rupturas regulares de toda a bacia do Rio Benevente. Seu alto curso apresenta uma seqüência de escalonamento perfeitamente proporcional, em seu caimento e declividade, vindo, essa característica, a ser quebrada a partir do seu médio curso, que é constituído

por rupturas e zonas de deposição, relativamente proporcionais, ao passo que no final deste trecho, elas voltam a ser parecidas com a do alto curso, apresentando maior grau de proporcionalidade, embora haja uma zona de deposição significativa antes de sua confluência com o Rio Benevente.

Esse canal é a prova inconteste da dificuldade que os rios da região têm em entalhar os gnaisses metamorfizadas do Complexo Paraíba do Sul, a despeito do fato de que o canal do Batatal, responde pela gênese de um vale que é passível de observação até mesmo em imagens de satélite, isto é, um vale bem compartimentado e entalhado.

Notar que algumas rupturas de declive deste rio é formada pela deposição fluvial, ocasionada pela própria dinâmica do leito, quando o mesmo, através de seu fluxo altamente turbulento, desestabiliza blocos de matacões maiores, provocando ajustamento e aglomeração dos mesmos na calha fluvial, onde a montante forma-se zona de deposição sedimentar, criando pequenas planícies alveolares temporárias. São knickpoints gerados por dinâmica do próprio leito fluvial, como se vê nas fotos da fig. (74).

Dentro da proposição conceitual de definição de alto, médio e baixo curso de Schumm (1981), este rio não apresentaria o trecho de baixo curso, devido a ausência de segmentos do canal, com seções em que houvesse a predominância de processos de deposição. Por isso, os dados de SL e S foram calculados para os trechos de alto (SL 220) e médio curso (SL 397,630), apresentando uma quebra seqüencial no poder erosivo do canal, ou seja, há menor poder de entalhamento no

trecho de alto curso comparando-se com o médio curso. Fato que ocorre devido ao excessivo comprimento deste trecho.

Já o Rio Caco de Pote apresenta uma rica diversidade de segmentos distintos, ao longo de seu curso longitudinal, contrastante entre um alto curso com quedas e zonas de deposição regulares, e um médio curso que tem das mais altas declividades de todas as sub-bacias estudadas nas unidades anteriores.

Na parte final do médio curso ocorre um setor onde é possível visualizar o perfeito reflexo geométrico da dinâmica hidráulica deste rio. Pelas fotos da fig. (75) se observa perfeitamente na planície deste rio, a distinção entre um período de alto fluxo fluvial, que tem como gênese a formação de uma planície de inundação, com leito fluvial maior e menor, bem embutidos. Ambos são de uma geometria altamente desproporcionais.

Observem que há dois incipientes estágios de concavidade se formando no trecho de médio curso, nas duas unidades litológicas distintas Pps1 e PɣI1c.

O baixo curso é composto por uma planície fluvial com baixa declividade, sendo de propriedades similares aos baixos cursos das outras sub-bacias estudadas até agora.

Os índices SL e S do Rio Caco de Pote, possui valores altamente discrepantes, comparando-se os trechos. Seu médio curso possui índice três vezes maior que o alto curso e vinte e oito vezes maior que o baixo curso. Fato que foge totalmente à

regra geral apresentado pelos outros rios analisados. Este índice maior de SL para o médio curso é, assim como acontece com o Rio Batatal, puxado pelo comprimento excessivo do mesmo, que no caso do Caco de Pote, é complementado pelas altas declividades aí existentes. Ambos são trechos de alta presença de processos erosivos de ordem fluvial.

Portanto, para finalizar, resumidamente, podemos dizer que os vales dos rios Batatal e Caco de Pote são sub-compartimentos com dois rios principais subseqüentes, e encaixados em zonas de cisalhamento dextral, que evoluem linearmente seus eixos de drenagens, acompanhados por tributários obsequentes, que respondem por processos de captura fluvial de redes vizinhas, determinando novas condições hidrogeomórficas de ajustagem nos canais.

4.3.5 – Unidade Ribeirão São Joaquim – URSJ.

Se há uma fração do espaço geomórfico total da bacia do Rio Benevente que auxilia o entendimento mais completo dos processos evolutivos de interrupção do entalhamento erosivo fluvial e seccionamento de vertentes laterais por tributários obsequentes, esta é a URSJ.

Sua compartimentação e sub-compartimentação possibilita a observação imediata e sistemática de mecanismos fluviais de expansão dos afluentes laterais, em estágios intermediários de evolução, se comparados aos que já cogitamos nos vales das unidades analisadas anteriormente, permitindo fazer uma perfeita associação de processos hidrogeomórficos na correspondência com outros tipos de relevo.

Entretanto, a maneira como esta disposta o arranjo do terreno, nos respectivos sub-compartimentos, nos permite tratar de uma série de fatos importantes, com relação ao agente que controla o nível de base regional na sua relação dinâmica com os seus tributários nesta região, que é o Rio Benevente.

A URSJ se constitui em um padrão de drenagem classificado como do tipo subparalelo, composta por duas sub-bacias, onde os rios principais são o Ribeirão São Joaquim e o Rio Santa Maria, como se pode ver pelo próprio MDT da fig. (76) desta unidade.

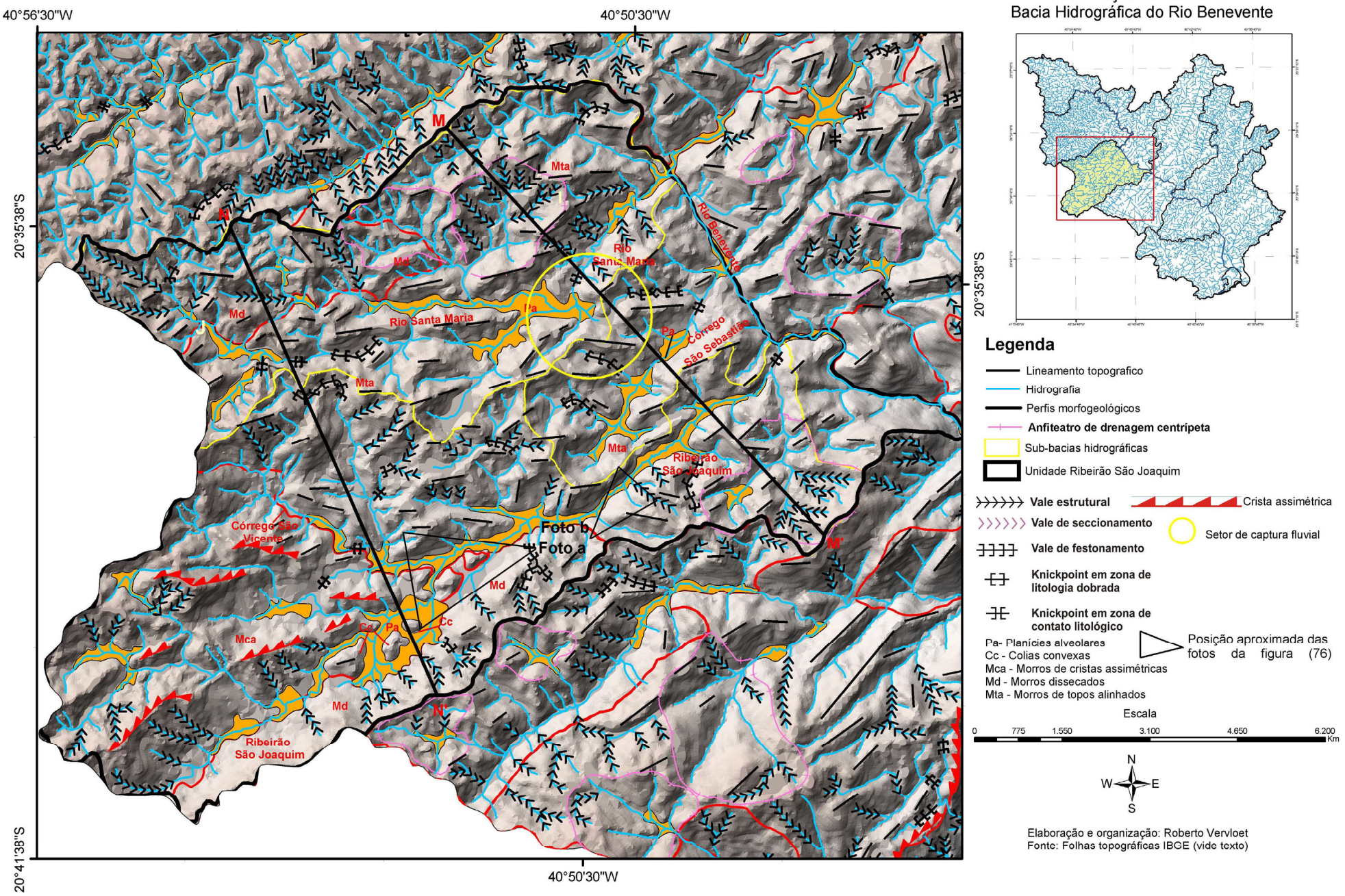


Figura (76). Modelo digital de terreno da Unidade Ribeirão São Joaquim – URSJ.

Neste modelo da fig. (77), fizemos questão de apresentar o traçado das duas sub-bacias, devido ao fato de que as mesmas desembocam no Rio Benevente, em uma região de alta complexidade geomórfica, com forte atividade de entalhamento, onde elas constituem um traçado que se afunila quase que na forma de um cone, ao confluir com o Rio Benevente.

O principal grupo de formas de relevo que ocorre nesta unidade são os morros de topos alinhados, que ocupam uma área territorial muito expressiva. Configuram-se como um conjunto de morros, com topos que estão orientados, em sua grande maioria, na direção SW-NE e/ou WSW-ENE, condicionados pelo lineamento das estruturas Proterozóicas, que nesta unidade condicionam, nitidamente, esta direção. Desta forma, a direção do lineamento topográfico será dada por essa orientação litoestrutural, ocorrente nas rochas que sustentam a morfologia destes morros. Fato que é muito bem observável pelo MDT da fig. (77), que apresenta os vales do Ribeirão São Joaquim e Rio Santa Maria.

Estes morros apresentam cotas que vão de 400 a 600 metros de altitude e as suas vertentes possuem declividade predominante de 16° - 20°, sendo que em algumas áreas mais dissecadas, podem constituir declividades em torno de 21° - 25° e 26°-30°.

Os dois vales principais desta unidade são formados pelo entalhamento erosivo dos dois mais importantes canais fluviais, que são o Ribeirão São Joaquim e o Rio Santa Maria.

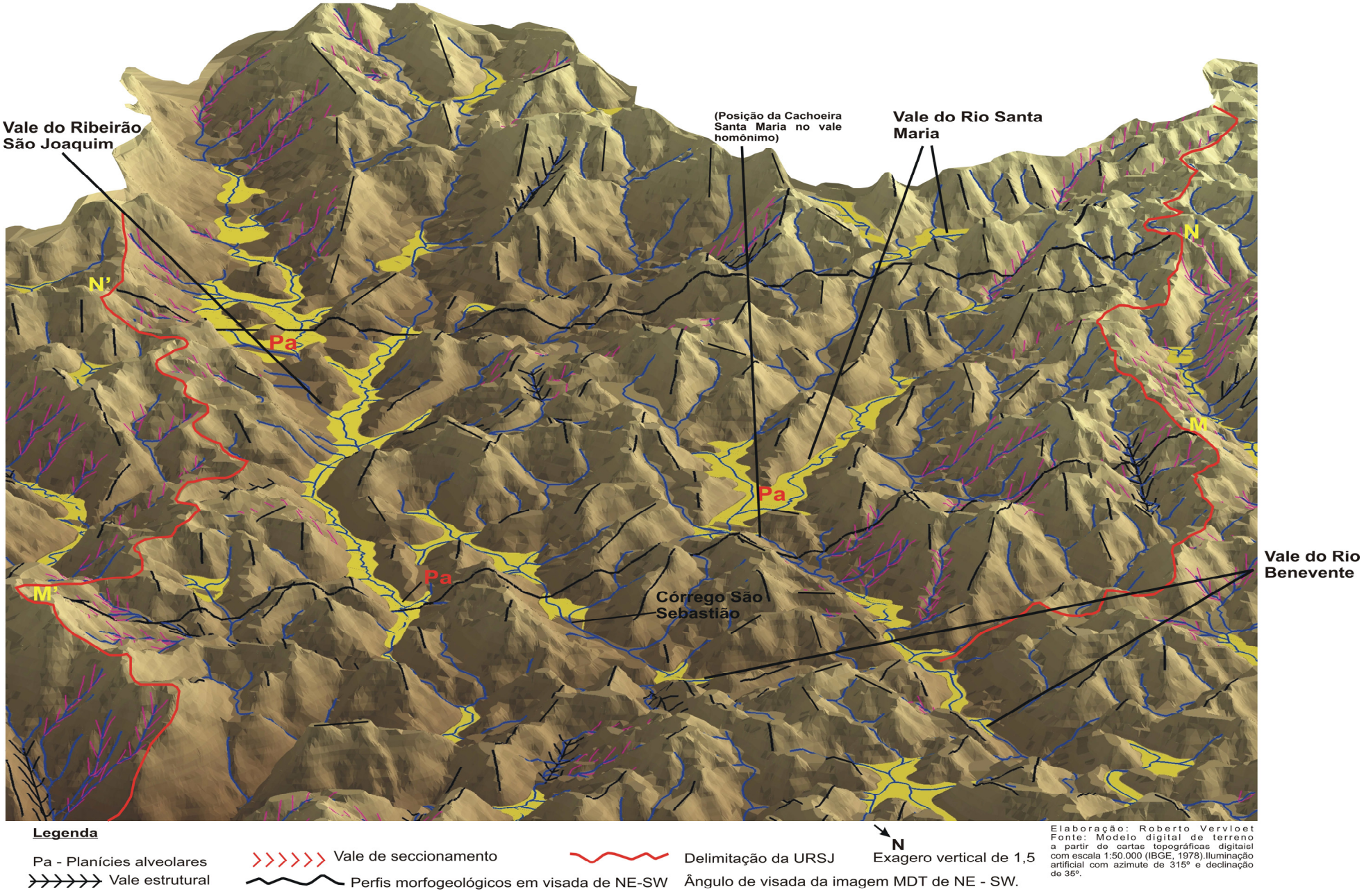
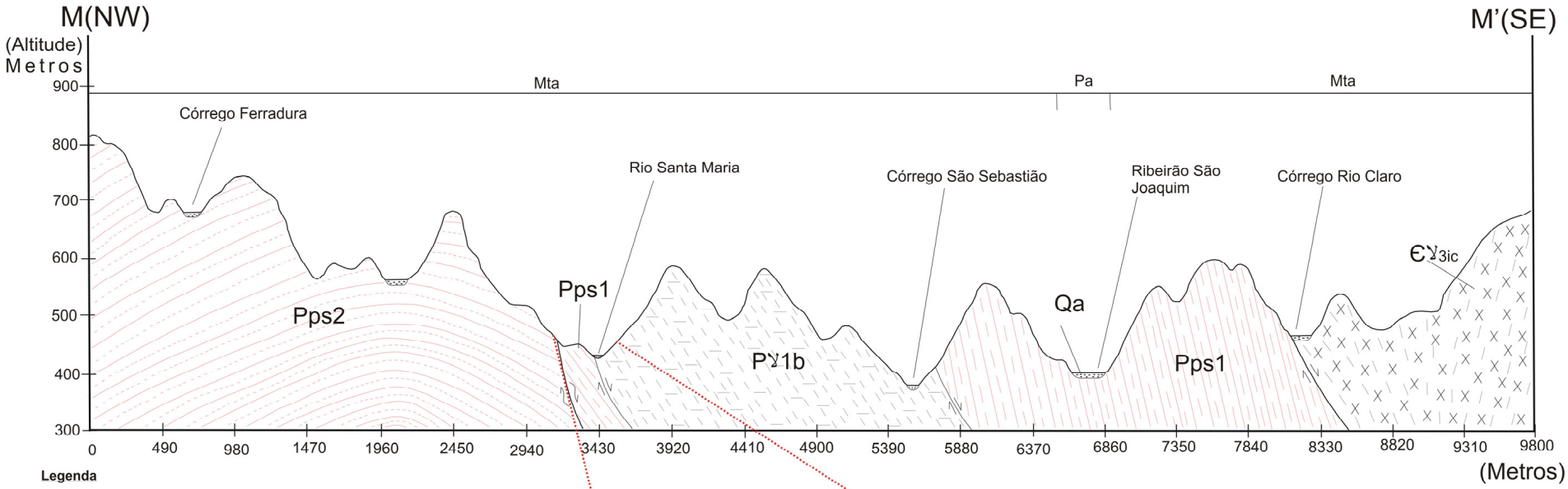


Figura (77). Modelo digital de terreno dos vales do Ribeirão São Joaquim e Rio Santa Maria.

O primeiro está caracterizado na sub-bacia do rio homônimo, sendo mais extenso longitudinalmente e ocupando maior área territorial. Apresenta uma planície alveolar de aspecto morfológico das mais embutidas, dentro do conjunto total dessas formas de relevo mapeadas. Ela se alarga, a partir da confluência entre o Ribeirão São Joaquim com o Rio Benevente, na direção de montante. Característica que, certamente, se deve a existência de uma proteção ocasionada por um *knickpoint* do tipo *em litologia dobrada*, existente neste ribeirão, logo após a confluência com o Benevente.

Ao se alargar na direção de montante, seu vale torna-se mais aberto, no entanto, com posição altimétrica uniforme, sem grandes desníveis, onde na parte final, abre espaço para a geração de pequenas colinas convexas, que se asilam, individualmente, nesta seção do vale (vide MDT da unidade na fig. 76).

O Ribeirão São Joaquim, assim como os outros rios analisados, também é de configuração subseqüente, encaixado na borda esquerda da Zona de Cisalhamento transcorrente dextral de Iconha. Seus tributários também são obseqüentes, mas de extensão longitudinal mais curta, que os outros canais obseqüentes observados até o presente momento. Fato que ocorre devido ao nivelamento deste vale, ocasionado por deposição aluvio-coluvial de seus tributários, estando o mesmo, em altitude de cerca de 400 metros, como é possível visualizar pelo perfil morfogeológico M – M’ da fig (78).



Legenda

Morfologia

Pa - Planícies alveolares

Tr - Terraço fluvial estrutural

Mta - Morros de topos alinhados

..... Ruptura de vertente

..... Limite do terraço fluvial

Litologia

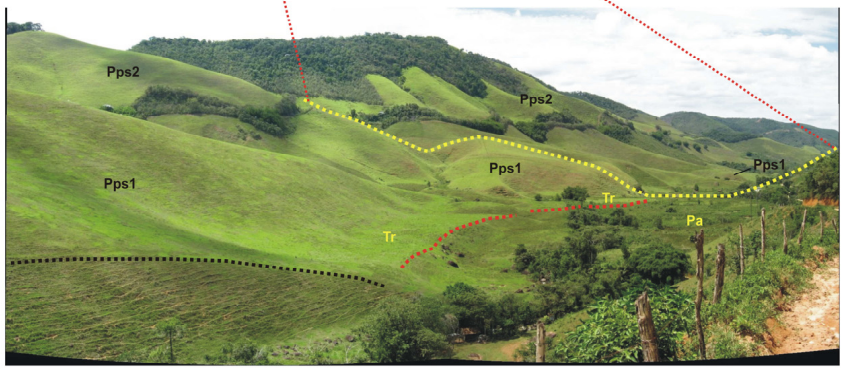
Qa - Sedimentos aluvionares

εY3ic - Granodiorito/quartzo-monzodiorito com monzonito/diorito, leucogranito, microgranodiorito, biotira gnaisse e allanita granito.

PY1b - Ortognaisses de composição tonalítica com encraves de hornblenda-biotita-gnaisse e de gnaisse aluminoso.

Pps1 - Grafita-sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaisse.

Pps2 - Sillimanita-biotita gnaisse granatífero e biotita-hornblenda gnaisse.



Paisagem do vale do Rio Santa Maria na altura da cachoeira homônima, onde a despeito do entalhamento erosivo ocasionado pela energia oriunda da queda d'água, a planície alveolar se alarga na direção de jusante. Notar o antigo nível erosivo, evidenciado pela presença de terraço fluvial estrutural na margem esquerda do vale.

Fotos: Roberto Vervloet

Tectônica

Falha transcorrente dextral

Zona de cisalhamento transcorrente destral

Fraturamento

Elaboração e organização: Roberto Vervloet
Fonte: Féboli et al (1993) e Vieira et al (1997) e cartas topográficas IBGE (1978) (vide texto).,

Figura (78). Perfil morfogeológico M - M' da URSJ, apresentando as diferenças altimétricas entre os principais vales desta unidade.

Neste setor, os morros de topos alinhados têm uma geometria com topos mais aguçados e posicionados entre 550 e 600 metros de altitude. É notável a manifestação estrutural morfológica das vertentes laterais, controladas pela foliação e organização da textura rochosa, que mergulham em geral, para SE, nesta porção da unidade. Característica que pode ser muito bem observada nesta fig., através dos morros que margeiam o Ribeirão São Joaquim.

O segundo vale é o do Rio Santa Maria, que também se apresenta como um vale que se alarga na direção de montante, tendo um pequeno afunilamento próximo a Cachoeira Santa Maria, que se constitui em um degrau de cerca de 30 metros de desnível, com geração de planície alveolar, a montante desta queda d'água. A partir desta cachoeira o vale muda de direção de NNE – SSW para praticamente W – E.

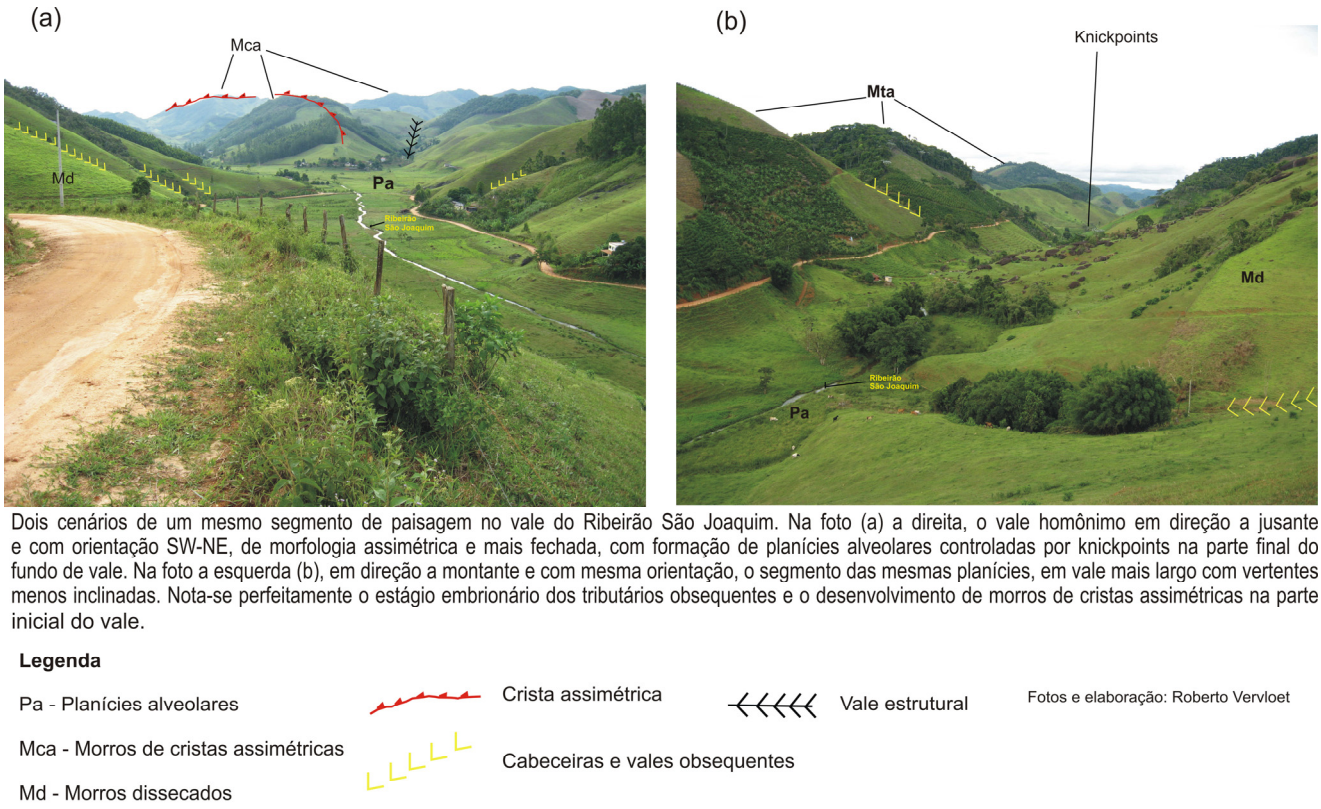
Observar pelo perfil da fig. (78), que o Vale do Córrego São Sebastião encontra-se em posição altimétrica mais rebaixada que o Vale do Ribeirão São Joaquim, ou seja, seu fundo de vale está em uma cota próxima dos 370 metros de altitude.

O vale do Ribeirão São Joaquim, que esta ao lado direito, esta sobre uma cota de 400 metros e o do Rio Santa Maria se situa próximo dos 430 metros de altitude. Portanto, por este perfil, vê-se que o Córrego São Sebastião foi capaz de entalhar a superfície, criando um desnível em relação aos dois vales vizinhos, de cerca de 30 metros, se comparado ao primeiro, e 50 metros comparado ao segundo. Voltaremos a esta incógnita geomorfológica logo à frente.

A discrepância que há na maneira como se desenvolve longitudinalmente, os canais que estão em conexão direta com o Rio Benevente, tais como os três córregos citados acima, têm como conseqüência imediata, o aguçamento morfológico dos morros e gênese de vales mais fechados, nas porções próximas as zonas de confluência destes com o Rio Benevente, desde que estes canais fluviais e os demais que formam as drenagens nas áreas de ADD (Áreas de Drenagem Direta) e microbacias, consigam acompanhar o entalhamento e rebaixamento provocado pelo Rio Benevente.

Quando nós subimos o vale do Rio Santa Maria e o Vale do Ribeirão São Joaquim, a partir das confluências destes dois córregos com o Rio Benevente, em direção as suas nascentes, essa característica morfológica muda difusamente, no momento em que há o desenvolvimento de planícies alveolares, como sempre de natureza muito bem embutida. Essa mudança de característica morfológica dos vales é muito bem retratada pela fig. (79), que demonstra dois momentos da paisagem geomórfica deste vale, vistos a partir de um mesmo ponto.

Notar que, há presença de cabeceiras obseqüentes, em estágio inicial, e, que ao se desenvolverem longitudinalmente em posição perpendicular ao vale principal subseqüente, tornam-se de natureza seccionante. É óbvio que neste contexto embrionário de desenvolvimento, tais feições da paisagem geomórfica, devem ser classificadas como cabeceiras obsequentes. Classificação que não foi possível atender na escala de mapeamento geomorfológica que nós trabalhamos, mas destacá-las nesta altura do certame é de suma importância.



Dois cenários de um mesmo segmento de paisagem no vale do Ribeirão São Joaquim. Na foto (a) a direita, o vale homônimo em direção a jusante e com orientação SW-NE, de morfologia assimétrica e mais fechada, com formação de planícies alveolares controladas por knickpoints na parte final do fundo de vale. Na foto a esquerda (b), em direção a montante e com mesma orientação, o segmento das mesmas planícies, em vale mais largo com vertentes menos inclinadas. Nota-se perfeitamente o estágio embrionário dos tributários obsequentes e o desenvolvimento de morros de cristas assimétricas na parte inicial do vale.

Figura (79). Vale do Ribeirão São Joaquim em dois segmentos de paisagem, nas proximidades de Crubixá.

Pela foto da fig. (78) do perfil morfogeológico M – M', ainda é possível observar o vale do Rio Santa Maria, logo a jusante da Cachoeira Santa Maria, com um terraço fluvial estrutural, que marca um importantíssimo e antigo nível erosivo no local. Na margem esquerda deste vale, há uma ruptura geométrica de vertente, que está localizada no segmento médio da vertente, antes do terraço, na parte esquerda e inferior da figura. A partir desta ruptura, a vertente apresenta forte inclinação até o fundo do vale, onde está o Rio Santa Maria. Nota-se que na conexão do terraço com as vertentes superiores a geometria é de uma forma bem côncava, e na vertente que segue a partir da ruptura até o fundo do vale, o contato com este é explicitamente brusco.

Ao que tudo indica estas duas rupturas geométricas e o terraço nos demonstram o antigo nível do vale em um período em que não existia a Cachoeira Santa Maria, confirmando um rápido entalhamento, por erosão remontante, que houve após a instalação dessa queda d'água, realizado neste setor, e, embora esta cachoeira esteja classificada no mapa geomorfológico como zona de *knickpoint em litologia dobrada,* tal feição, também, pode ser considerada como *knickpoint em contato litológico*, pois a mesma esta em um vale formado pelo contato de três unidades litológicas distintas, a PɣI1b e a Pps1 e a Pps2.

O que estamos frisando é que houve um tempo do passado geomorfológico recente (provavelmente Holoceno), em que está cachoeira não existia, e na parte final deste vale, haveria uma mera cabeceira de drenagem, com drenagem milhares de vezes menor, do que o rio que a entalha atualmente.

Tudo mudou ao tempo em que, por recuo de cabeceira, realizado por processo de erosão remontante, a antiga drenagem do Rio Santa Maria, que corria em uma direção SW-NE, capturou o Córrego São Sebastião pelo avanço desta cabeceira de drenagem, que se situava na parte final do vale, onde esta, hoje, a Cachoeira Santa Maria. O canal de fundo deste vale passou a encarcerar o que é, na atualidade, o Rio Santa Maria, fluindo a jusante da cachoeira supracitada, com nova dinâmica de entalhamento.

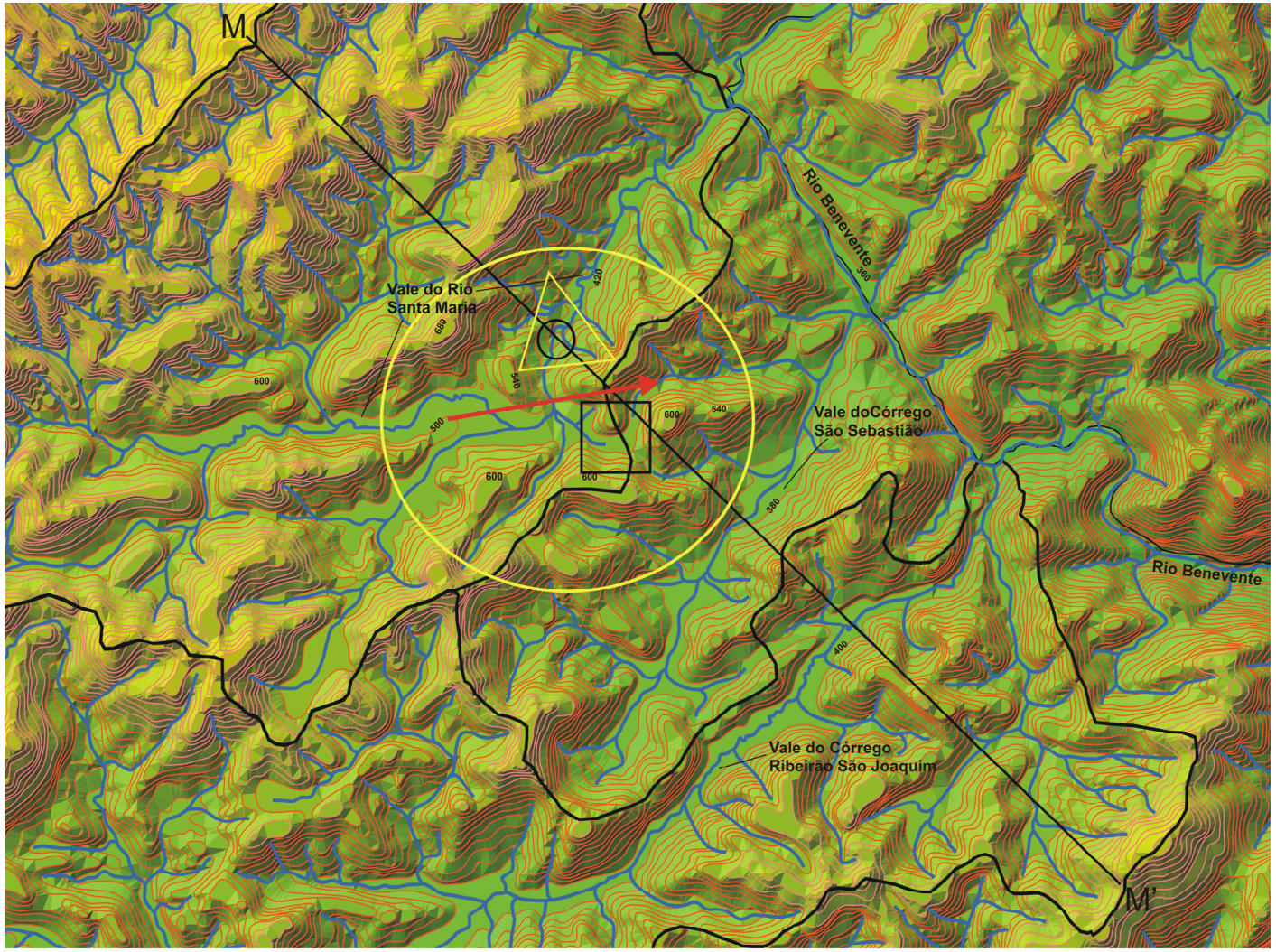
Estamos dizendo que as cabeceiras que respondem pela drenagem do Rio Santa Maria, foi em um tempo pretérito não muito distante, conectadas a rede hidrográfica

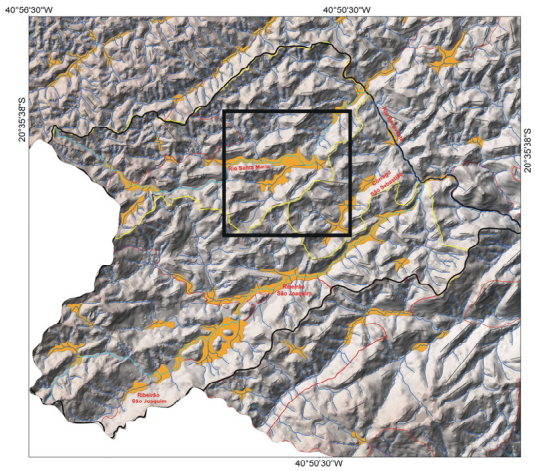
do Córrego São Sebastião. Essa drenagem capturada, que possui uma direção WSW – ENE, e, que descia pelo vale do Córrego São Sebastião, foi invertida para S – N, para o atual vale do Santa Maria, após um processo de captura por erosão remontante da cabeceira de drenagem, que foi substituída pela atual Cachoeira Santa Maria. Tal contexto pode ser melhor entendido por uma observação atenta da fig. (80).

Daí o Córrego São Sebastião ter seu fundo de vale, posicionado em cota altimétrica mais baixo que os dois vales vizinhos, como salientamos algumas linhas atrás. Esse entalhamento fluvial, que ocasionou o aprofundamento do vale do Córrego São Sebastião, comparado ao vale do Ribeirão São Joaquim e Santa Maria, somente poderia ter ocorrido às custas de uma condição de fluxo muito maior da que ocorre, atualmente, neste córrego. Fato que explica esse aprofundamento de seu vale comparado aos vales vizinhos. Na geomorfologia clássica o Córrego São Sebastião seria designado como um típico caso de rio *underfit*[23] (inadaptado).

Ao tempo em que não houve o evento de captura, este córrego foi capaz de acompanhar o rebaixamento do nível de base da região, realizado pelo Rio Benevente, de modo que o processo de captura provocou uma brusca inversão da drenagem, com diminuição do débito fluvial no vale do Córrego São Sebastião e aumento no vale atual do Rio Santa Maria.

[23] Rio underfit ou inadaptado, tradução do inglês, é o rio que corre, atualmente, em um vale de tamanho desproporcional ao vale que seria gerado por uma dinâmica de entalhamento do mesmo, ou seja, são rios que estão encarcerados em vales, que outrora, foram formados por uma dinâmica fluvial superior a drenagem do rio atual.





Localização da região de captura no MDT da URSJ.

Legenda

- Setor de captura fluvial
- Sentido da drenagem pré-captura (antigo vale do Córrego São Sebastião)
- Posição aproximada da foto da figura (75).
- Setor de colo de relevo (atual divisor de água)
- Localização da Cachoeira Santa Maria
- Perfil morfogeológico M - M'

N

Escala 1: 36.000

Exagero vertical de 1,5.

Fonte: MDT a partir de carta topográfica digital em escala 1:50.000 IBGE(1978).Iluminação artificial com azimute de 315° e declinação de 35°.

Elaboração: Roberto Vervloet

Figura (80). MDT da região de captura fluvial do Córrego São Sebastião pelo Rio Santa Maria.

A inversão da drenagem para o vale do Rio Santa Maria, foi realizado por uma rapidez tão brusca, que a ruptura geométrica de vertente existente nas encostas laterais da margem esquerda do vale, e, que é revelada em esquema desenhado na foto da fig. (78), demonstra os estágios de uma ligeira e eficiente erosão remontante, criada pela dinâmica retrogradativa da Cachoeira Santa Maria, logo no período pós-captura.

Não temos nenhuma hesitação em afirmar a hipótese de que o terraço fluvial estrutural, identificado na mesma foto da fig (78), marcava o nível altimétrico de um antigo fundo de vale, em período pré-captura, sendo, este evento processual, algo tão recente na história geomórfica holocênica local, que o colo de relevo, assinalado em retângulo na fig. (80), ainda marca o antigo nível do fundo de vale do pretérito Córrego São Sebastião, no tempo em que o mesmo não havia sido capturado, ou seja, se quisermos fazer uma breve reconstituição da paisagem, no período pré-captura, temos elementos que nos permitem retroceder no tempo, possibilitando, recompor os traços gerais de uma paisagem geomórfica não muito distante, do ponto de vista temporal geomorfológico.

Este pequeno colo de relevo, que esta cerca de 10 a 15 metros acima das planícies alveolares localizadas a montante da cachoeira, marca a altitude do fundo de vale, ao tempo em que a drenagem escoava diretamente para o vale do Córrego São Sebastião, isto é, antes do processo de captura, e, funciona hoje como mera cabeceira de drenagem para dois microcanais que vão ter diretamente no Rio Santa Maria. Portanto, não houve ainda uma total obliteração dos pequenos elementos da paisagem anterior a captura. Fato que nos revela como este processo é recente.

No entanto, mais importante do que saber que esse evento é recente e capaz de explicar certos fatos da evolução geomorfológica local, é ter a possibilidade de fazer a associação de processos, fundamentados na correlação de eventos e características de elementos que podem ser investigados diretamente no terreno, através de observações sistemáticas, desde que certos procedimentos técnico-científicos já estejam realizados, tais como a compartimentação morfológica, que elaboramos, baseada nos critérios hidrográficos e hidrogemórficos, por nós estabelecidos. Não é mera demagogia, mas, sem um importante ensaio de compartimentação da superfície é praticamente inviável fazer geomorfologia.

Já estudamos outras capturas nas unidades anteriores, só que aqueles eventos estavam em estágios mais avançados de desenvolvimento, se comparado a captura do Córrego São Sebastião pelo Rio Santa Maria. Isso nos possibilita a realização de um conjunto de associações de processos, que permite conhecer detalhadamente traços gerais, e, às vezes, detalhados da evolução hidrogeomórfica nos respectivos sub-compartimentos. Desde que se saiba que há diferenças importantes quanto ao comportamento das estruturas, tipos diferentes de solos e relevos, e graus distintos de evolução de canais fluviais, a associação de processos torna-se perfeitamente condizente.

Se observarmos as cabeceiras e vales obsequentes distribuídos pelos sub-compartimentos da URSJ veremos que eles estão em estágios iniciais diferenciais de evolução, tanto no que diz respeito ao tempo quanto ao espaço.

Isso nos remete ao contexto em que, durante o passado geomórfico Quaternário, os vales obsequentes das unidades anteriores, apresentaram condições que são muito similares as que ocorrem, hoje, nesta unidade, e, no futuro, o desenvolvimento longitudinal e espacial da drenagem, nesta unidade, conduzirá a gênese de formas de relevo que já se formaram em sub-compartimentos, analisados em unidades anteriores. Desde que as condições litoestruturais e climáticas permaneçam relativamente estáveis e parecidas com as que reinaram no período de formação do modelado analisado nas outras unidades.

É desta forma que a sub-compartimentação da URSJ, se constitui em uma fração do espaço geomórfico de grande significado, para o método da associação e indeterminação, permitindo conhecer fatos hidrogeomórficos de grande importância.

A observação sistemática das características dos vales e pequenas cabeceiras, posicionadas em sentido perpendicular as duas respectivas sub-bacias principais, aliado a uma classificação fundamentado na morfologia dos terrenos, possibilita correlacionar fatos geomórficos, localizados em situações distintas de evolução, ou seja, à medida que observamos os vales laterais aos dois rios principais desta unidade, se visualiza estágios diferencias de desenvolvimento das formas do terreno, relacionados a grupos de formas de relevo, asilados às situações diversas de conjunto de processos correspondentes. Aliás, isso é um procedimento descritivo que já viemos fazendo na análise de todas as unidades, mas esta, entretanto, permite o tratamento mais acurado dos processos de desenvolvimento destes vales obseqüentes.

Desta forma se visualiza pelo perfil morfogeológico N – N' da fig. (81), grupos de formas de relevo que estão evoluindo para uma condição geométrica similar aos relevos gerados nas outras unidades, nas situações em que os elementos fluviais estão, por si só, mais evoluídos.

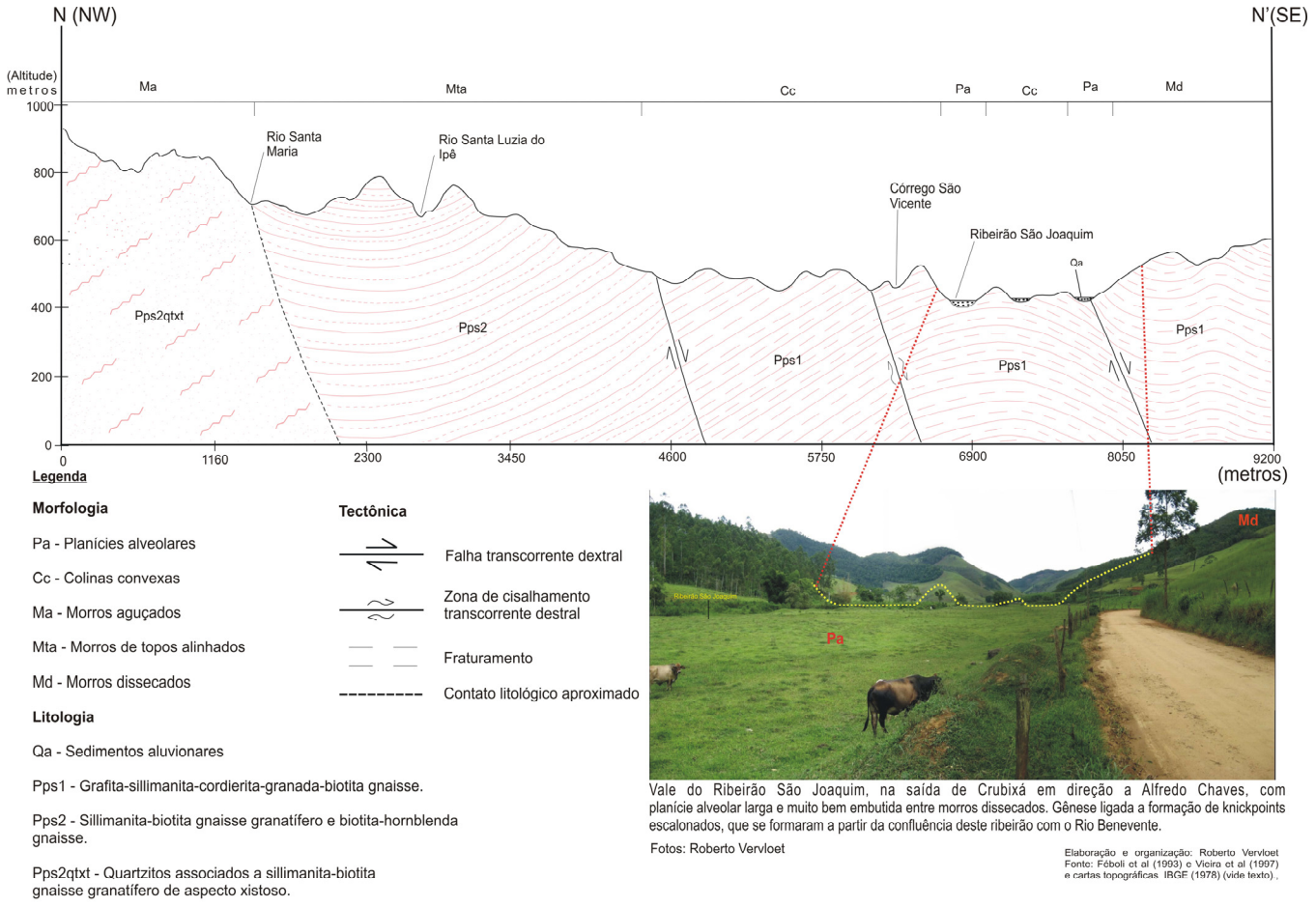


Figura (81). Perfil morfogeológico N - N' - URSJ

Nesta ocasião, vamos ter como ocorre em circunstâncias especiais, a presença de colinas convexas, sempre nas proximidades dos canais que possuem o perfil longitudinal em início de desenvolvimento, ou seja, são cabeceiras e vales de cabeceiras que não dissecaram bruscamente a paisagem nos setores próximos as nascentes, como aparece neste perfil, as colinas convexas, conectadas aos

córregos São Vicente e ao Ribeirão São Joaquim, este, por sua vez, próximo do seu alto curso.

As planícies alveolares, como sempre vem ocorrendo, possuem sua gênese ligada ao barramento da drenagem por presença de knickpoints localizados e escalonados ao longo do perfil longitudinal dos rios e córregos.

Entretanto, nesta unidade elas apresentam uma característica diferente, por estar distribuídas amplamente em posições altitudinais as mais diversas, sendo que algumas aparecem tão bem embutidas entre vales fechados, que não foi possível mapea-las na escala do presente trabalho.

Os morros de topos alinhados, nesta região da unidade, vão aparecer com uma morfologia um pouco diferente do que foi visto no outro perfil, pois apesar de estarem ainda com os topos seguindo a direção NE, condicionados pelas estruturas Proterozóicas, eles são mais arredondados e com vales menos dissecados, e/ou em estágios iniciais de encaixamento. No entanto, estes topos se localizam entre 650 e 800 metros de altitude, e, isto ocorre em toda a unidade.

A diferença, portanto, é no grau de entalhamento dos vales conforme a situação de desenvolvimento e evolução dos canais que lhes são correspondentes.

Por este perfil da fig. (81) ainda se vê o Rio Santa Maria, em seu trecho de alto curso, encarcerado em um pequeno vale formado entre uma zona de contato litológico, entre gnaisses granatíferos (Pps2) e quartzitos (Pps2qtxt).

Por efeito de composição litológica, os morros que ocorrem a esquerda deste vale vão ter uma morfologia aguçada, devido à resistência diferencial oferecida pelas rochas da unidade litológica Pps2qtxt, e também pelo estágio embrionário de encaixamento das cabeceiras e tributários obsequentes, ao passo que os que se desenvolvem à direita deste vale, vão ser mais convexos e de topos orientados para NE, como já referimos algumas linhas atrás.

Os parâmetros hidrográficos desta unidade apresentaram os seguintes valores constantes na tabela 17.

Tabela 17 – Dados dos Parâmetros Hidrográficos Numéricos da URSJ

		Parâmetros Hidrográficos										
	Unidade Ribeirão São Joaquim	**Área** (Km²)	**Ordem**	**Dd**	**Dh**	**Cm** (m²)	**Eps** (metros)	**Rb**	**Rlm**	**Rlb**	**K**	**C**
Sub-bacias e áreas de drenagem direta representativas	**Sub-bacia – Ribeirão São Joaquim**	55,376	5°	2,360	3,23	423	211	3,66	1,965	0,604	1,778	0,316
	Sub – bacia Rio Santa Maria	34,129	5°	3,160	5,50	316	158	3,60	2,184	0,618	1,580	0,399
	Áreas de drenagem direta	13,449	-	2,127	3,19	470	235	6,33	2,910	0,465	-	-
	URSJ	102,954	-	2,600	3,98	384	192	3,73	2,024	0,578	1,580	0,400

Dd – densidade de drenagem, Dh – densidade hidrográfica, Cm – coeficiente de manutenção, Eps – Extensão do percurso superficial, Rb – razão de bifurcação, Rlm – relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem, Rlb – relação entre o índice de comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação, K – fator de forma e C – índice de circularidade.
Organização: Roberto Vervloet.
Fonte: cartas topográficas do IBGE (1978).

Observar que os dados de K e C da sub-bacia do Rio Santa Maria e da URSJ foram muito próximos, indicando que há forte similaridade nos processos hidrográficos da unidade comparado ao da sub-bacia. Isso nos leva a perceber que a URSJ vai apresentar características de evolução hidrográfica, parecidas com a que ocorre

nesta sub-bacia, tanto em termos de desenvolvimento da ramificação da drenagem quanto no que diz respeito ao escoamento do deflúvio. Fato que pode ser observado pela fig. (76) com MDT dessa unidade.

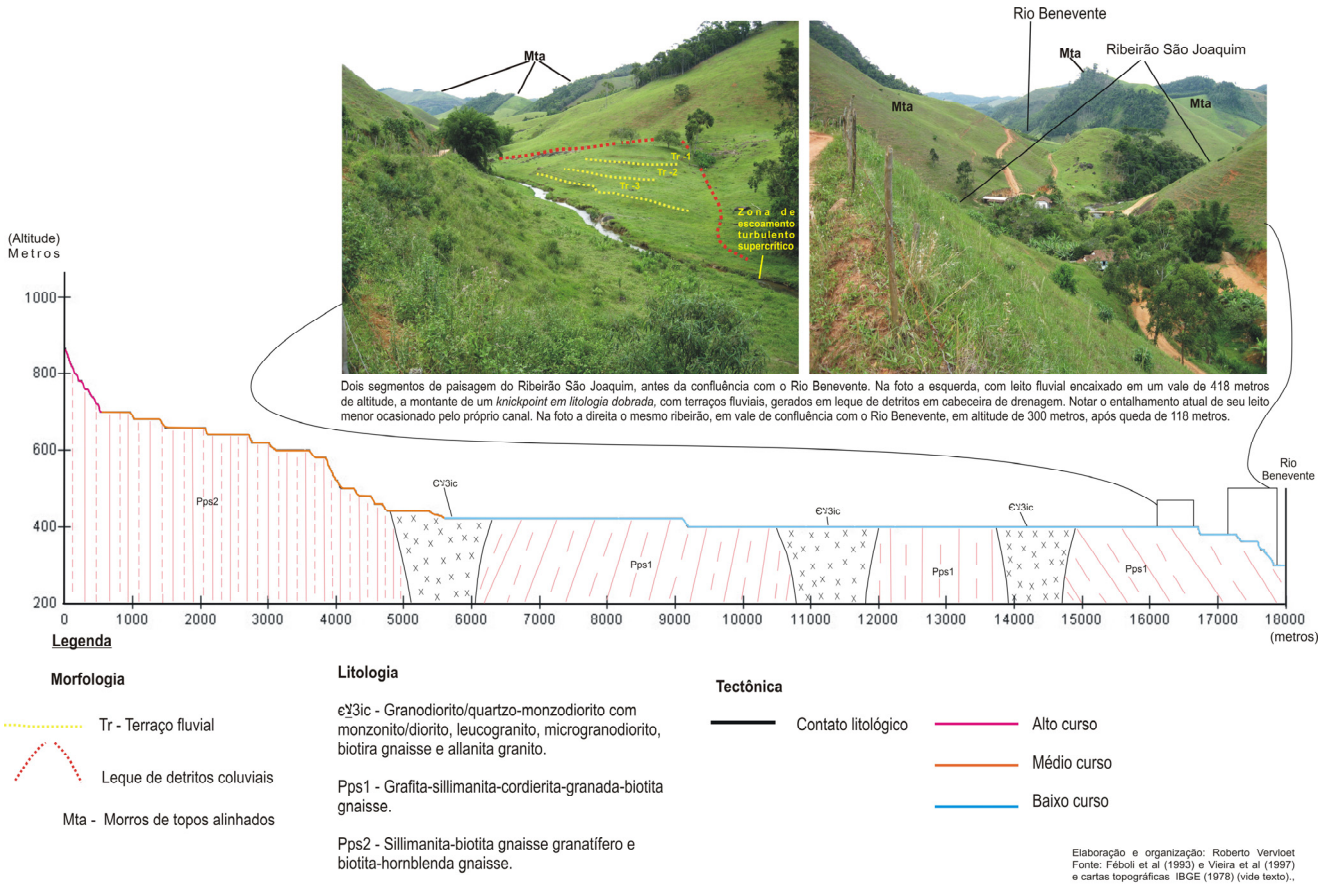
Essa proximidade de valores entre a unidade e a sub-bacia, também ocorre nos índices de Rb, Rlm e Rlb., indicando que a evolução dos canais da unidade, é análoga ao que ocorre na sub-bacia menor, levando-nos a crer que, essa sub-rede de drenagem, representa, fielmente, e em menor escala, o que ocorre no espaço maior da unidade hidrográfica, em relação ao desenvolvimento da hidrografia. Lembrando que o espaço da rede inclui as ADD, a sub-bacia do Ribeirão São Joaquim e a própria sub-bacia do Rio Santa Maria, isto é, uma verdadeira unidade hidrográfica maior em território.

Notar que os dois rios principais da unidade atingem a 5°ordem de hierarquia, vindo suas respectivas sub-bacias a apresentar áreas territoriais bem distintas no tamanho. Lembrando que a sub-bacia do Rio Santa Maria era bem menor em tempos geológicos pretéritos, vindo a ter aumento de sua área territorial devido ao processo de captura. Questão que implicou em aumento de sua Dd (3,160 m.), Dh (5,50) e diminuição do Cm (316 m²) e Eps (158 m.), em comparação com a do Ribeirão São Joaquim.

Todavia, no que diz respeito aos dados dos índices de Rb, Rlm e Rlb, os valores entre as duas sub-bacias serão também próximos, fazendo-nos perceber que a incorporação da antiga rede de drenagem do Córrego São Sebastião à sub-bacia do Rio Santa Maria, pelo processo de captura, originou uma nova ramificação da

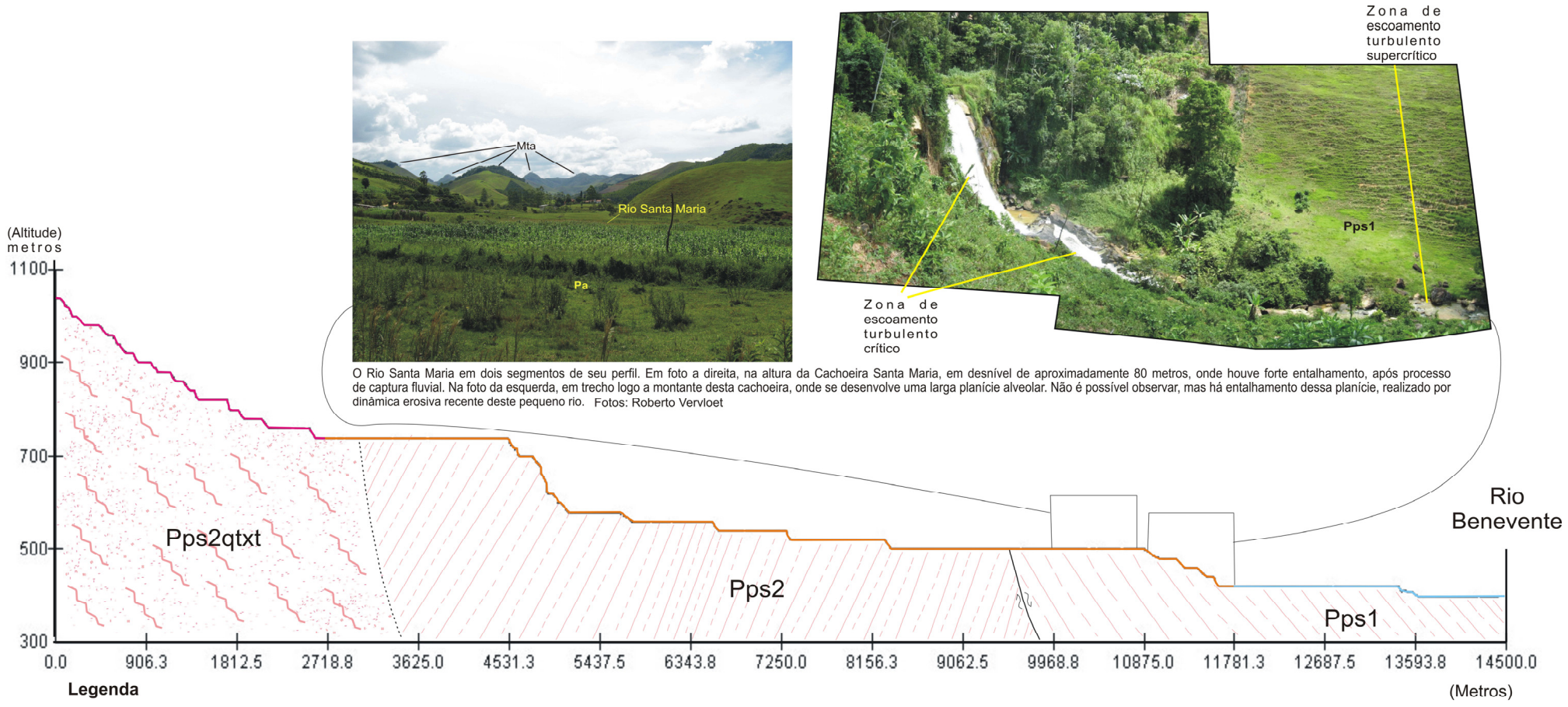
hidrografia nesta, que acabou por responder pela similaridade destas duas sub-bacias, com relação a estes parâmetros. Portanto, as relações entre os canais de cada ordem, nestes dois sistemas de drenagem, configuram uma evolução hidrográfica similar, no que diz respeito ao grau de ramificação, porque em relação a outras características evolutivas, elas se diferenciarão muito, vide processo de captura na sub-bacia do Rio Santa Maria, só para citar como exemplo.

O perfil longitudinal fluvial foi realizado para os dois rios principais Ribeirão São Joaquim e Rio Santa Maria e, estão nas figuras. (82 e 83). Os dados de SL e S destes rios estão nas tabelas 18 e 19.



Dois segmentos de paisagem do Ribeirão São Joaquim, antes da confluência com o Rio Benevente. Na foto a esquerda, com leito fluvial encaixado em um vale de 418 metros de altitude, a montante de um *knickpoint em litologia dobrada*, com terraços fluviais, gerados em leque de detritos em cabeceira de drenagem. Notar o entalhamento atual de seu leito menor ocasionado pelo próprio canal. Na foto a direita o mesmo ribeirão, em vale de confluência com o Rio Benevente, em altitude de 300 metros, após queda de 118 metros.

Figura (82). Perfil longitudinal do Ribeirão São Joaquim.



O Rio Santa Maria em dois segmentos de seu perfil. Em foto a direita, na altura da Cachoeira Santa Maria, em desnível de aproximadamente 80 metros, onde houve forte entalhamento, após processo de captura fluvial. Na foto da esquerda, em trecho logo a montante desta cachoeira, onde se desenvolve uma larga planície alveolar. Não é possível observar, mas há entalhamento dessa planície, realizado por dinâmica erosiva recente deste pequeno rio. Fotos: Roberto Vervloet

Legenda

Morfologia

Pa - Planícies alveolares

Mta - Morros de topos alinhados

Litologia

Pps1 - Grafita-sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaisse.

Pps2 - Sillimanita-biotita gnaisse granatífero e biotita-hornblenda gnaisse.

Pps2qtxt - Quartzitos associados a sillimanita-biotita gnaisse granatífero de aspecto xistoso.

Tectônica

Zona de cisalhamento transcorrente dextral

Contato litológico aproximado

Elaboração e organização: Roberto Vervloet
Fonte: Féboli et al (1993) e Vieira et al (1997) e cartas topográficas IBGE (1978) (vide texto).,

Figura (83). Perfil longitudinal do Rio Santa Maria

Tabela 18 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) do Ribeirão São Joaquim		
Alto curso – Cota máx. –900 m Cota mín. – 680 m Extensão – 600m. Amplitude – 220 m. SL = 220 S = 0.3667 m / m	Médio curso – Cota máx. – 680 m. Cota mín. – 400 m. Extensão – 5.000 m. Amplitude – 280 m. SL = 176,600 S = 0,0560 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 400 m. Cota mín. – 300m. Extensão – 12.400 m. Amplitude – 100 m. SL = 95,161 S = 0,0081 m / m

Tabela 19 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) do Rio Santa Maria.		
Alto curso – Cota máx.– 1.040 m Cota mín. – 720 m Extensão –2.718 m. Amplitude – 320 m. SL = 320 S = 0,1177 m / m	Médio curso – Cota máx. – 720 m. Cota mín. – 420 m. Extensão – 9.063m. Amplitude – 300 m. SL = 390 S = 0,0331 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 420 m. Cota mín. – 400 m. Extensão – 2.719 m. Amplitude – 20 m. SL = 96,65 S = 0,0074m / m

O primeiro perfil possui um traçado muito peculiar, onde o baixo curso é o trecho mais extenso, e, com uma característica muito interessante no seu segmento final, pois pelas fotos, vêem-se os resultados de uma atividade morfológica de entalhamento erosivo controlada por knickpoint, tendo com como conseqüência a formação de terraços fluviais muito bem escalonados, posicionados na margem esquerda do rio. Este acontecimento tem forte significado geomórfico em termos de processo.

Estes terraços esta sendo formados em um depósito de detritos, que se dispõe na forma de um leque, derivado de uma pequena cabeceira de drenagem afluente, localizada na parte superior da vertente da margem esquerda. Notar que na margem direita não é possível visualizar os terraços devido a construção da pequena

estrada, que removeu o solo, obliterando e/ou tamponando os prováveis terraços que existiam na margem direita.

Na outra foto é possível observar o vale oriundo da conexão entre o Ribeirão São Joaquim e o Rio Benevente, onde o mesmo desce de uma altitude próxima dos 400 para 300 metros. Observa-se pelo perfil longitudinal, que o Ribeirão São Joaquim ainda não foi capaz de acompanhar o rebaixamento do nível de base da região, levado a efeito, pela dinâmica erosivo-fluvial do Rio Benevente. O resultado foi a formação de uma grande planície alveolar a montante dessas quedas d'água, representada no perfil, pelo trecho de baixo curso, absurdamente extenso. Fato que não ocorre na confluência do Córrego São Sebastião com o Benevente (vide MDT da unidade).

Já o perfil longitudinal do Rio Santa Maria configura-se como uma linha, com rupturas uniformemente distribuídas, e escalonadas dentro dos trechos de alto, médio e baixo curso. Com exceção do médio curso, que possui uma ruptura muito significativa a partir do quilômetro 4.500, o rio, como um todo, se constitui em interrupções que obedecem a um escalonamento muito curioso.

Não é por acaso que deixamos para mostrar a cachoeira Santa Maria nesta parte do sub-capítulo, pois, sua apresentação deve vir localizada no perfil longitudinal. Observar que o desnível nesta parte do curso é algo próximo dos 80 metros, entretanto, devemos estar advertidos do fato de que esta parte do curso fluvial foi formada por erosão remontante, em processo de recuo de cabeceira, em um período em que as mesmas terminavam neste ponto do atual perfil.

A montante desta cachoeira se desenvolve a planície alveolar, entremeada por morros de topos alinhados, e, em trecho de perfil longitudinal retilíneo. Na foto da fig. (80) não é possível observar, mas o canal fluvial Santa Maria, também realiza entalhamento, que é muito bem apreciável pelo grau de arestamento das margens do canal. Neste sentido é evidente que o rio esta rebaixando o nível de base no local, condicionado pelo aprofundamento de sua calha.

O Ribeirão São Joaquim teve valores de SL e S, que seguiram a tendência de decréscimo na seqüência do alto para o baixo curso, revelando que este rio está com amortecimento de seu poder erosivo nesta seqüência.

O Rio Santa Maria, por sua vez, apresentou dado diferencial de SL entre o alto e médio curso, demonstrando que neste setor o rio está com maior poder de erosão. Esta discrepância foi puxada, certamente, pelos dois segmentos de forte declividade existentes entre o quilômetro 4.500 e 5.000 de seu perfil longitudinal.

Assim como em outros canais fluviais, ocorre um apreciável escalonamento dos cursos d'água, toda vez que os mesmos evoluem sobre as rochas gnáissicas Pps1 e Pps2 do Complexo Paraíba do Sul. Comportamento padrão que vem acontecendo desde a análise da URG.

4.3.6 – Unidade Rio Iriritimirim – URI.

Há certa similaridade entre a URSJ e a URI, em termos de comportamento de canais fluviais na relação com o controlador do nível de base da região – Rio Benevente – sendo esta semelhança, um fator que responde pela continuidade de alguns sub-compartimentos de relevos, ocorrentes na unidade anterior, e, que se repetem em setores localizados da URI.

Guardadas as devidas peculiaridades hidráulicas e hidrogeomórficas dos canais fluviais da URI, estes sub-compartimentos que se repetem, podem apresentar características morfológicas e morfométricas semelhantes com os da URSJ, mas, no entanto, é considerável uma nítida distinção, no que diz respeito à velocidade e contemporaneidade de processos de vertentes, e, de encaixamento de canais.

Trata-se, neste contexto, de planícies alveolares e morros de topos alinhados que estão sofrendo forte dissecação nas proximidades da zona de confluência do Rio Iriritimirim (trecho de baixo curso) com o Rio Benevente. Nesta ocasião, deve-se frisar que neste setor, o Rio Iriritimirim – que é o canal fluvial mais importante desta unidade – apresenta, junto com o Benevente, um dos mais notáveis processos geomórficos de superimposição fluvial. Conjuntura que, aliás, pode ser observado no MDT da URI, na fig. (84).

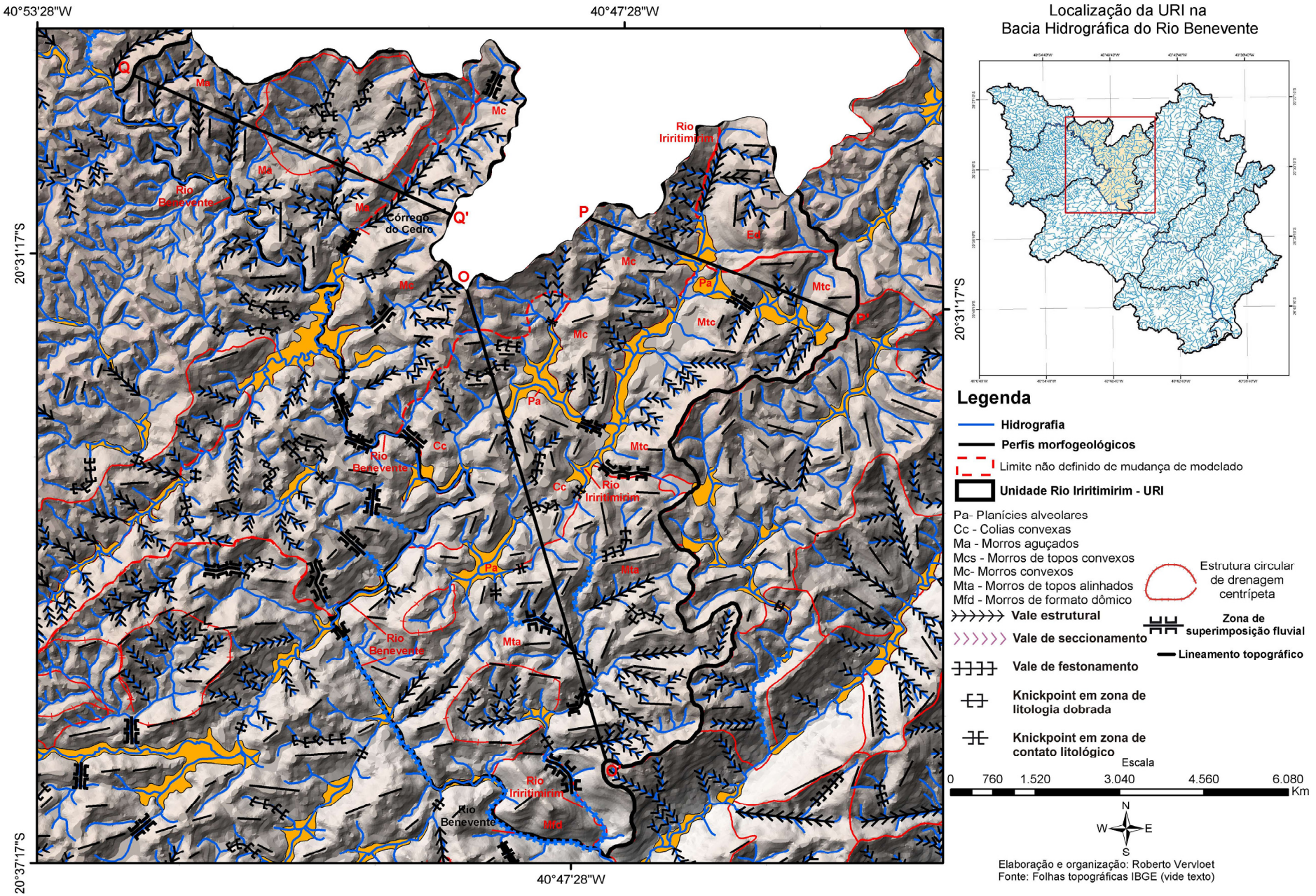


Figura (84). Modelo digital de terreno da Unidade Rio Iriritimirim – URI.

Por este modelo digital de terreno podem-se visualizar, subindo o Rio Iriritimirim a partir da confluência com o Rio Benevente, vários pontos mapeados como zonas onde existe a presença de processos de superimposição fluvial.

Não é por mera conjectura que o padrão de drenagem da URI, seja também denominado, como do tipo subparalelo, como é a classificação da unidade anterior, pois as estruturas litotectônicas e litológicas, que interferem na gênese dos relevos analisados anteriormente, possuem forte grau de continuidade, ao longo dos espaços geomórficos da URI. Tanto a URI quanto a URSJ, estão instaladas nos terrenos da Zona de Cisalhamento Batatal – ZCB.

A importância de um processo de superimposição fluvial – que pode ser analisado *in loco* – não consiste somente em saber do fato de que o rio, nesta ocasião, busca fugir ao encarceramento geral do controle litotectônico da superfície, mas, principalmente, no pressuposto de que o mesmo atua, diretamente sobre o desenvolvimento das vertentes das margens dos vales principais, originando incisão direta sobre as estruturas da superfície.

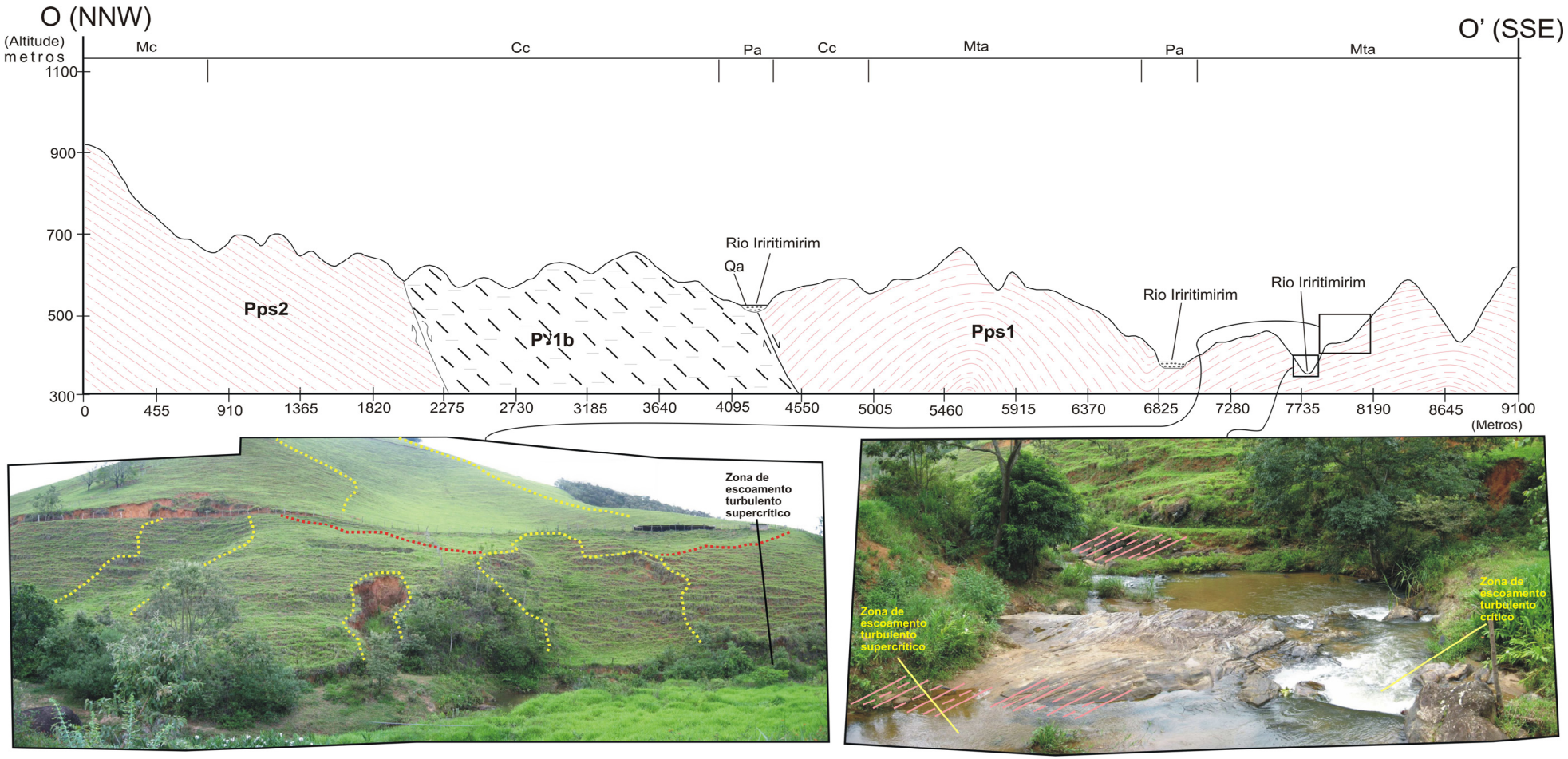
Há que se salientar que neste contexto, o nível de base regional[25] passa a atuar diretamente junto ao nível de base local, se sobrepondo um ao outro. Se é que podemos falar na existência de um sistema de níveis de base locais, que controlam as vertentes e encostas dos morros ao longo das paisagens, como atestava Penck

[25] O espaço de alcance do nível de base regional, dentro deste contexto geomórfico, se refere às paisagens das vertentes, vales e morros situados nas proximidades da área de atuação da drenagem, controlada pelo canal fluvial principal.

(1953), nesta condição da conjuntura geomórfica analisada, o Rio Iriritimirim passa a ser um dos exemplos mais elucidativos deste fato.

As duas sub-bacias principais desta unidade são a do Rio Iriritimirim, que ocupa maior espaço em área territorial e a do Córrego do Cedro, que possui a menor área de drenagem. A primeira nasce nas proximidades do distrito de Araguaia e a segunda, próxima a uma localidade chamada Cedro. Ambas possuem o canal fluvial principal, com uma extensão linear muito parecida, nos diversos trechos do traçado longitudinal, como se vê pelo MDT da fig. (84), e são de uma perfeita natureza subseqüente, muito parecida com os rios subseqüentes das unidades anteriores, com a diferença básica de que nesse caso, os canais estão em estágio inicial de subseqüência.

Ao se percorrer os vales fechados, que estão sendo formados pela dissecação linear destes canais, pode-se evidenciar uma série de processos de vertentes, condicionados diretamente pelo comportamento hidrogeomórfico dos mesmos. Desde que, é claro, a sobreposição entre nível de base local e nível de base regional, esteja colocada nas circunstâncias geomórficas de incisão por superimposição . Tal condição processual pode ser compreendido pela observação do Perfil Morfogeológico O – O’ da fig. (85) que trata, especificamente, das incisões fluviais do Rio Iriritimirim, sobre estruturas de orientação contraria aos fluxos de sua direção de escoamento.



Dois trechos do vale fechado do Rio Iriritimirim após o Vale do Cafundó, na estrada Alfredo Chaves para Matilde. Na foto a direita é possível observar o canal escoando concentradamente na margem direita, entalhando vertentes de alta declividade. Notar o ângulo de mergulho dos gnaisses migmatizados da unidade Pps2, em borda de sinclinal em processo de alçamento. Ângulo de visada da foto de NE - SW. Na foto a esquerda é possível observar o mesmo vale logo a jusante do ponto anterior, visto de NNW - SSE, com vertentes em conexão direta com o canal fluvial, demonstrando cicatrizes, que evidenciam movimentos de massa recentes e mais antigos. Observar a ruptura geométrica de vertente derivada de forte entalhamento, ocasionado pelo aprofundamento rápido do canal. Fotos: Roberto Vervloet

Legenda

Morfologia

Pa - Planícies alveolares

Cc - Colinas convexas

Mta - Morros de topos alinhados

Mc - Morros convexos

Ruptura geométrica de vertente

Cicatriz derivada de movimento de massa.

Litologia

Qa - Sedimentos aluvionares

PY1b - Ortognaisses de composiçao tonalítica

Pps1 - Grafita-sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaisse

Pps2 - Sillimanita-biotita gnaisse granatífero e biotita-hornblenda gnaisse

Tectônica

Zona de cisalhamento transcorrente dextral

Falha trancorrente dextral

Fraturamento

Elaboração e organização: Roberto Vervloet
Fonte: Féboli et al (1993) e Vieira et al (1997) e cartas topográficas IBGE (1978) (vide texto).,

Figura (85). Perfil morfogeológico O - O' - URI

No vale mais fechado e rebaixado, com drenagem perfeitamente encaixada, próximo dos 7735 metros na linha do perfil, onde há a presença de morros de topos alinhados, o Rio Iriritimirim participa de um grande processo de alçamento de sinclinal, estando o mesmo, dissecando lineamente a borda esquerda dessa grande estrutura regional, gerada na ZCB.

Nota-se pela foto direita da fig. (85) que este rio tem fluxo hidráulico concentrado na margem direita do canal, em setor onde os gnaisses apresentam forte migmatização, e mergulham em geral 85° para SE. O canal, portanto, escoa em sentido perpendicular as estruturas, comprovando um importante processo de superimposição fluvial, que só é totalmente apreciável através da observação do MDT dessa unidade.

Entretanto, uma injunção desta, sobre estruturas que ora condiciona ora determina a orientação da rede hidrográfica, somente pode ser realizada às custas de uma forte energia hidráulica, pois os fluxos do canal estão em forte atrito com os gnaisses que formam a calha desse leito, posicionado este, com uma textura e foliação sempre em sentido contrário ao da direção do leito e dos fluxos.

O único fator que explica a fonte da energia que alimenta o poder deste fluxo será, o fato de que o rio flui em setores, onde o perfil longitudinal apresenta altas declividades. Desta forma fica entendido que o fluxo do canal, ao descer de um ponto mais alto e de forte declividade, apresentará força hidráulica para erodir estruturas que lhes são de organização textural contrária ao da tua direção, ou seja,

há permanente inclinação do gradiente hidráulico do canal, que por seu turno, responderá pela conversão da energia potencial do fluxo em energia cinética.

Altas taxas de turbulência, criadas por matacões no leito e pela própria calha rochosa rugosa, facilitam o transporte e a erosão do canal, que tem sua eficiência aumentada em períodos de cheia, devido ao aumento da carga sólida e líquida.

Vê-se por este perfil que o Rio Iriritimirim aparece três vezes, em pontos de altitudes variadas, estando com um desnível de 500 para 330 metros de altitude, entre o vale de contato das unidades Pγ1b e Pps1 e o vale encaixado da foto direita da fig. (85).

Por esta assertiva conclui-se que o rio Iriritimirim, junto com o Benevente, são os grandes responsáveis pelo alçamento e dissecação regional das estruturas de anticlinal e sinclinal encontradas nesta região da bacia.

É possível observar ainda, na foto esquerda da fig. (85), uma série de cicatrizes nas vertentes da margem direita do vale do Iriritimirm, que foram originadas por processos de movimentos de massa. Vê se por esta foto que este canal entalha a base da vertente, sendo esta, o nível de base local e regional, controlado por esta dinâmica de entalhamento fluvial. Há também a presença de uma ruptura geométrica de vertente, localizada no terço médio da mesma. Na verdade, trata-se de uma só vertente, dividida por esta ruptura, em dois segmentos, sendo que o segmento inferior esta em conexão direta com o leito fluvial do Iriritimirim, que está em plena dinâmica de processo de entalhamento e o superior retrata uma concavidade originada por processos de movimentos de massa mais antigos.

As cicatrizes, que estão assinaladas em linha pontilhada de cor amarela, aparecem nos dois segmentos da vertente, sendo que no superior aparenta ser mais antiga, por ter suas bordas bem suavizadas, estando quase mascarada, ao passo que no segmento inferior três cicatrizes assinalam processos relativamente mais recentes, estando a que esta localizada no meio da foto, praticamente contemporânea do período de realização desta pesquisa, como confirmamos em trabalhos de campo.

Havíamos na unidade Rio Corindiba (URC) e na Unidade Rio Batatal (URB), especulado sobre a hipótese de que os movimentos de massa, encontrados em setores localizados de vertentes de vales das mesmas, poderiam ter uma relação mais forte com a dinâmica de entalhamento dos rios, que são correspondentes aos vales em que elas ocorrem.

Com a análise desse vale do Rio Iriritimirim, com vertentes apresentando cicatrizes e movimentos de massa contemporâneos de sua incisão, praticamente se confirma o pressuposto levantado, com a diferença de que neste caso, o processo esta inteiramente dependente da dinâmica de entalhamento do canal, e, funcionando em circunstâncias contextuais de sobreposição entre nível de base local e regional, ou seja, a cada centímetro da calha fluvial que é aprofundado e/ou erodido pelo fluxo hidráulico do leito fluvial, o que esta a montante precisa rapidamente se ajustar às novas condições de “equilíbrio”.

É preciso, portanto, declarar que a ruptura geométrica, revela dois estágios de dissecação linear realizados pelo canal Iriritimirim, formados em períodos diferentes de evolução, tendo estes dois momentos, os tipos associados de evolução de

vertentes, por processos de movimentos de massa, como denúncia as cicatrizes nos dois segmentos superior e inferior. Desnecessário insistir na afirmação de que estes mecanismos geomórficos fluviais de entalhamento, também atuaram nas situações que já foram tratadas nas unidades anteriores, muito, provavelmente, de características similares.

Os morros de topos alinhados dessa unidade são formados nos setores em que há forte incisão linear de dissecação da drenagem, condicionado pelo canal Iriritimirim, que ao tentar acompanhar a incisão do Rio Benevente, também rebaixa os níveis de base que lhes são concernentes.

Pelo MDT da unidade fig. (84) é possível perceber que nas cercanias da área de confluência destes dois canais citados, há a presença de uma quantidade importante de vales estruturais, que são gerados por pequenos canais tributários, encaixados em fraturas formadas em circunstâncias de tectônica de dobramento rúptil-dúctil, geradas durante o Proterozóico, como já ventilamos no sub-capítulo 2.4. Há que se salientar que neste vales de geometria fechada, e, em alguns casos de morfologia assimétrica, não há por que falarmos em nível de base regional e local de forma separada, pois ambos se sobrepõem um ao outro, como havíamos dito anteriormente.

A URI apresenta locais em que há o desenvolvimento de planícies alveolares, nas cotas altimétricas que estão acima de 550 metros, em canais com formação de knickpoints e/ou soleiras anfibolíticas, que barram o avanço longitudinal dos rios principais. Nesta ocasião, a dissecação linear fluvial é fortemente reduzida e o que

se vê é a gênese de colinas convexas, que na URI, possuem junto com as planícies alveolares, uma característica forte embutimento.

A deposição de materiais aluvionares a montante de tais feições, gera planícies e vales mais abertos, como é possível visualizar no perfil morfogeológico P – P' da fig. (86). É possível notar, pelo MDT desta unidade, que o Iriritimirim possui várias planícies alveolares escalonadas, sendo que algumas estão se desenvolvendo em tributários laterais de dinâmica obsequente, nas porções iniciais de seu vale. Trata-se de uma região de cabeceiras obsequentes, em vale de morfologia assimétrica, muito parecido com a porção inicial do Rio Grande, na URG, com a diferença básica de que nesta porção da URI, os canais estão mais desenvolvidos, constituindo, neste sentido, vales afluentes mais estendidos, em relação ao principal.

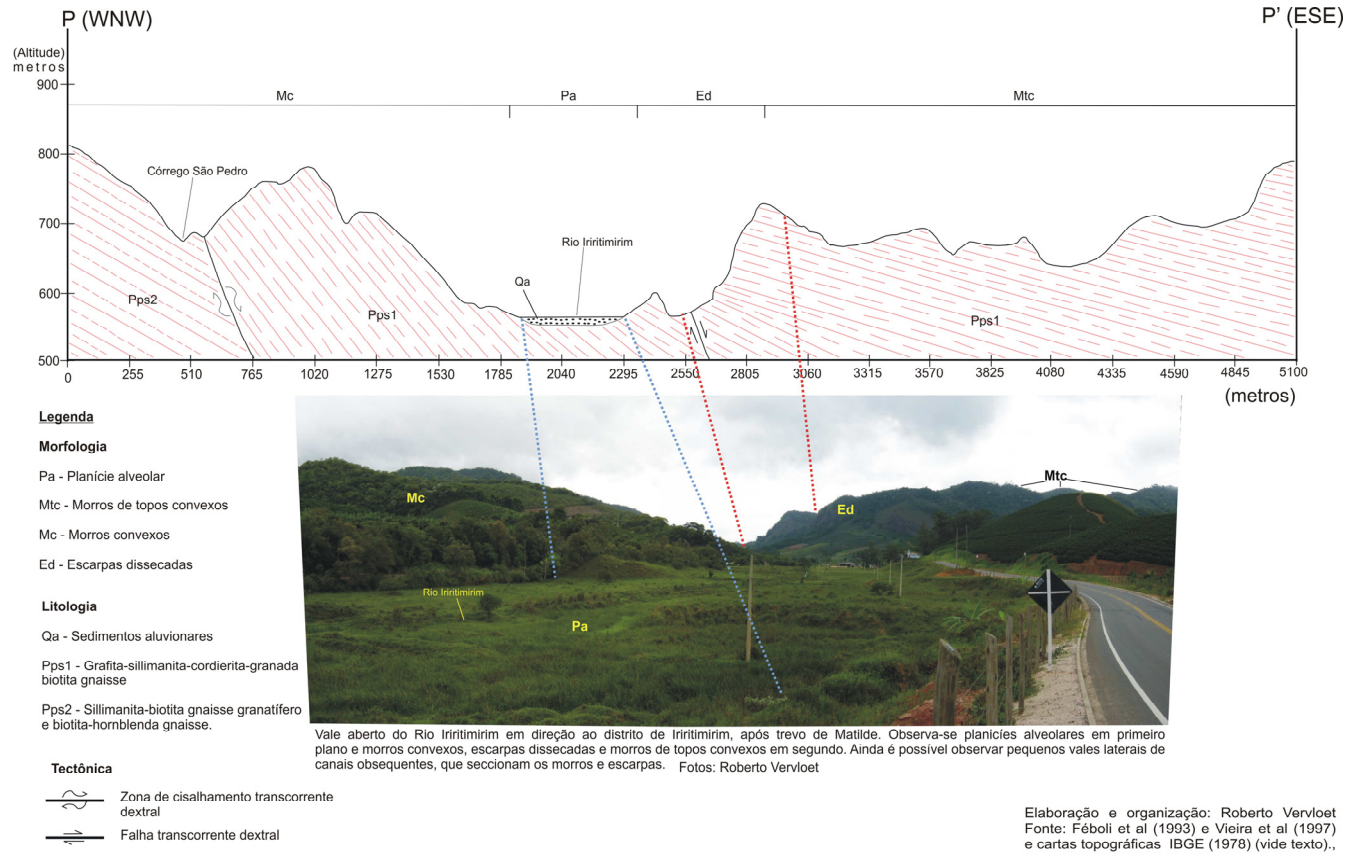


Figura (86). Perfil morfogeológico P - P' - URI

Os tributários da margem esquerda de tal vale podem ser classificados como um típico caso de canais ressequentes, devido ao fato de terem a drenagem, acompanhando a foliação de mergulho das rochas gnáissicas da unidade Pps1.

Para uma melhor compreensão deste esquema que estamos esclarecendo, basta observar o perfil P – P' no MDT da unidade, junto ao sentido de mergulho dos metamorfitos que compõem a unidade Pps1, que esta plotado no referido perfil.

Observa-se por este mesmo perfil, que há um pequeno setor em fase inicial de desenvolvimento de escarpas dissecadas, em um esquema muito parecido com o que ocorre nas unidades anteriores.

A diferença entre cabeceiras obsequentes e ressequentes nos dois lados do vale do Iriritimirim, tem como resultante, níveis distintos de padrões de dissecação.

Ao que tudo indica o desenvolvimento dos canais tributários obsequentes na margem direita deste vale, responde por maior grau de dissecação, procedendo a formação de morros, que vão ter topos de geometria convexa. De outra banda, os canais ressequentes originam morros, que devido ao caráter mais arredondado de seu corpo integral, denominamos de convexos.

Esta unidade, assim como a URSJ, também apresenta setores em que há a formação de áreas com drenagem convergente, denominada de estrutura circular de drenagem centrípeta, como se pode ver pela fig. (87).

Figura (87). Cenário de paisagem demonstrando um pequeno setor, com ocorrência de estrutura circular de drenagem centrípeta, que não foi possível mapear na escala adotada no presente trabalho. Saída do distrito de Iriritimirim em direção a Matilde. Região de morros convexos.

Foto e elaboração: Roberto Vervloet

Legenda

Estrutura circular de drenagem centrípeta

Na unidade Rio Joéba (URJ) estas estruturas estavam relacionadas a regiões de domos intrusivos, onde por fraturas advindas de arqueamento do corpo intrusivo, a drenagem se encaixava e desnudava o cimo dos domos, convergindo para um centro com saída comum da drenagem.

Não temos a total certeza, pois ainda nos falta outros elementos para avaliar, mas, na URI, supomos que estas feições estejam ligadas aos feixes superiores de eixos de anticlinais, uma vez, que nestas zonas, também há fraturamento por arqueamento, em muito dos casos de disposição radial, por efeito do próprio dobramento das estruturas. Assim sendo, as drenagens de primeira ordem se encaixam, e, responde pelo esvaziamento dos dorsos superiores dessas estruturas formandos pequenas bacias de hidrografia convergente. Algumas não são passiveis

de mapeamento na escala que adotamos no mapa geomorfológico, como a da fig. (87).

A URI possui um formato, em planta, muito peculiar que também se confunde com o formato da sub-bacia do Rio Iriritimirim. Fato que, aliás, vem ocorrendo em todas as unidades estudadas. Sempre vai haver uma sub-bacia em que seu formato em planta se aproxima com o da unidade em que esta está inserida.

Esse formato peculiar só não é totalmente correspondente com o da unidade, porque a sub-bacia do Córrego do Cedro, constitui uma pequena rede de drenagem, que avança praticamente no mesmo sentido do Iriritimirim, quebrando a perfeita e provável correspondência que haveria entre a unidade e a sub-bacia citada.

A confluência do Córrego do Cedro com o Rio Benevente e o Rio Maravilha, que acontece alguns poucos quilômetros após o distrito de Matilde, é algo que responde pela gênese de uma importante planície alveolar, talvez, a que mais chama a atenção ao se observar o MDT desta unidade. Ela será analisada mais detalhadamente na unidade posterior.

Por intermédio da incisão fluvial do Córrego do Cedro e seus afluentes sobre rochas quartzíticas da unidade Pps2qtxt, e seguindo a mesma direção do Iriritimirim, ou seja, praticamente N – S, o relevo apresenta uma mudança muito gradual de morros convexos para morros aguçados, como se depreende da observação do Perfil Morfogeológico Q – Q’ da fig. (88).

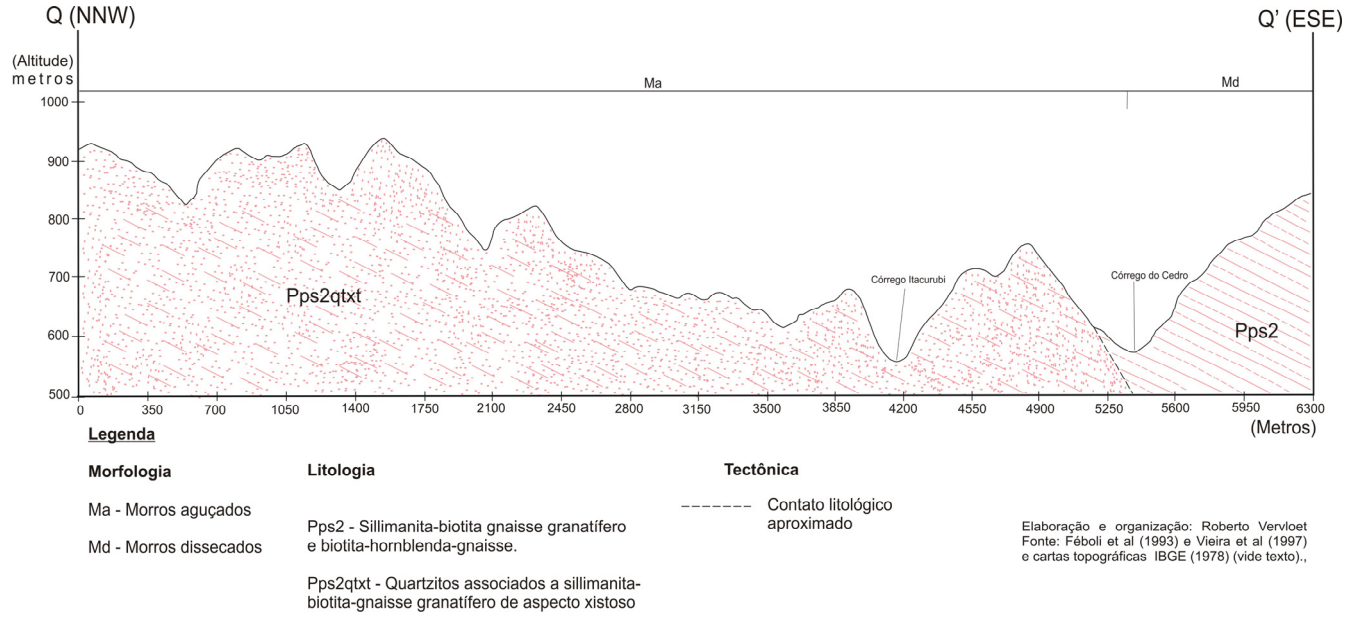


Figura (88). Perfil morfogeológico Q - Q' - URI

É óbvio que nesta ocasião há um aumento importante na taxa de densidade de drenagem, estabelecida pela natureza litológica desses terrenos, que condiciona uma maior concentração da rede, neste setor. Aliás, deve-se afiançar que essa mudança na geometria e morfologia das formas de relevo, se deve, também, a modificação no padrão da sub-rede de drenagem deste setor, e, não somente a mudança litológica para rochas, possivelmente, mais fraturadas e de características impermeáveis.

A região da sub-bacia do Córrego do Cedro é de difícil acesso, pois as estradas tornam-se estreitas e de trânsito pouco acessível, dificultando o registro de informações oriundas dos trabalhos de campo. No entanto, os poucos pontos desse setor que foram visitados, nos atestaram a existência de um aumento na densidade de drenagem e presença de cobertura pedológica menos espessa, com conseqüentes implicações na morfologia do relevo, que passam a ter uma geometria mais aguçada.

Os parâmetros hidrográficos da URI são os que constam na tabela 20.

Tabela 20 – Dados dos Parâmetros Hidrográficos Numéricos da URI

		Parâmetros Hidrográficos										
	Unidade Rio Iriritimirim - URI	**Área** (Km²)	**Ordem**	**Dd**	**Dh**	**Cm** (m²)	**Eps** (metros)	**Rb**	**Rlm**	**Rlb**	**K**	**C**
Sub-bacias e áreas de drenagem direta representativas	**Sub-bacia – Rio Iriritimirim**	51.613	5°	2,745	3,91	365	182	3,53	2,708	0,832	1,804	0,307
	Sub – bacia Córrego do Cedro	14.618	4°	2,397	4,37	417	208	4,01	2,214	0,468	1,428	0,490
	Áreas de drenagem direta - ADD	21.638	-	2,350	3,92	425	212	4,76	1,311	0,276	-	-
	URI	87.869	-	2,588	3,99	386	193	4,05	2,867	0,714	2,192	0,208

Dd – densidade de drenagem, Dh – densidade hidrográfica, Cm – coeficiente de manutenção, Eps – Extensão do percurso superficial, Rb – razão de bifurcação, Rlm – relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem, Rlb – relação entre o índice de comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação, K – fator de forma e C – índice de circularidade.
Organização: Roberto Vervloet.
Fonte: cartas topográficas do IBGE (1978).

As sub-bacias desta unidade possuem índices de K e C que demonstram um formato muito distante do circular, inferindo que a liberação do deflúvio, em eventos chuvosos, se dá de maneira muito rápida, embora elas tenham planícies alveolares em seus vales, demonstrando que há períodos de inundação. Todavia, essas planícies estão associadas a trechos de knickpoints nas calhas fluviais, que resultam na formação de áreas de deposição sedimentar e não, necessariamente, as características de escoamento. Mas depreende daí, que elas são de rápida liberação do deflúvio, podendo ter picos altos de vazão.

Uma interessante tendência vem ocorrendo. As sub-bacias em que o canal principal atinge somente a 4° ordem de hierarquia, tem apresentado índices de Rb com

maiores valores como a sub-bacia do Córrego do Cedro, desta unidade, Rio Caco de Pote (URB), Rio Crubixá e Rio Joéba (URJ).

Essa tendência ocorre porque estas sub-redes de drenagem, apresentam aumento da quantidade de canais à medida que diminui a ordem dos mesmos, ou seja, há maiores quantidades de canais de 3° ordem, comparado aos de 4°, de 2° ordem, comparados aos de 3°, e assim, sucessivamente. A principal informação que tiramos dessa tendência é que essas sub-bacias, apresentam uma grande quantidade de canais de menor ordem, procurando se desenvolver, através da projeção sobre as estruturas e relevos de suas paisagens, isto é, elas são sub-sistemas que constituem uma ramificação da drenagem, com relativa pobreza em termos de espaços interfluviais. Trata-se de rede hidrográficas em que a drenagem se configura em um canal principal, conjugado com afluentes laterais de 1° e 2° ordem. Todas se projetam sobre vales abertos, caracterizadas por afluentes obseqûentes.

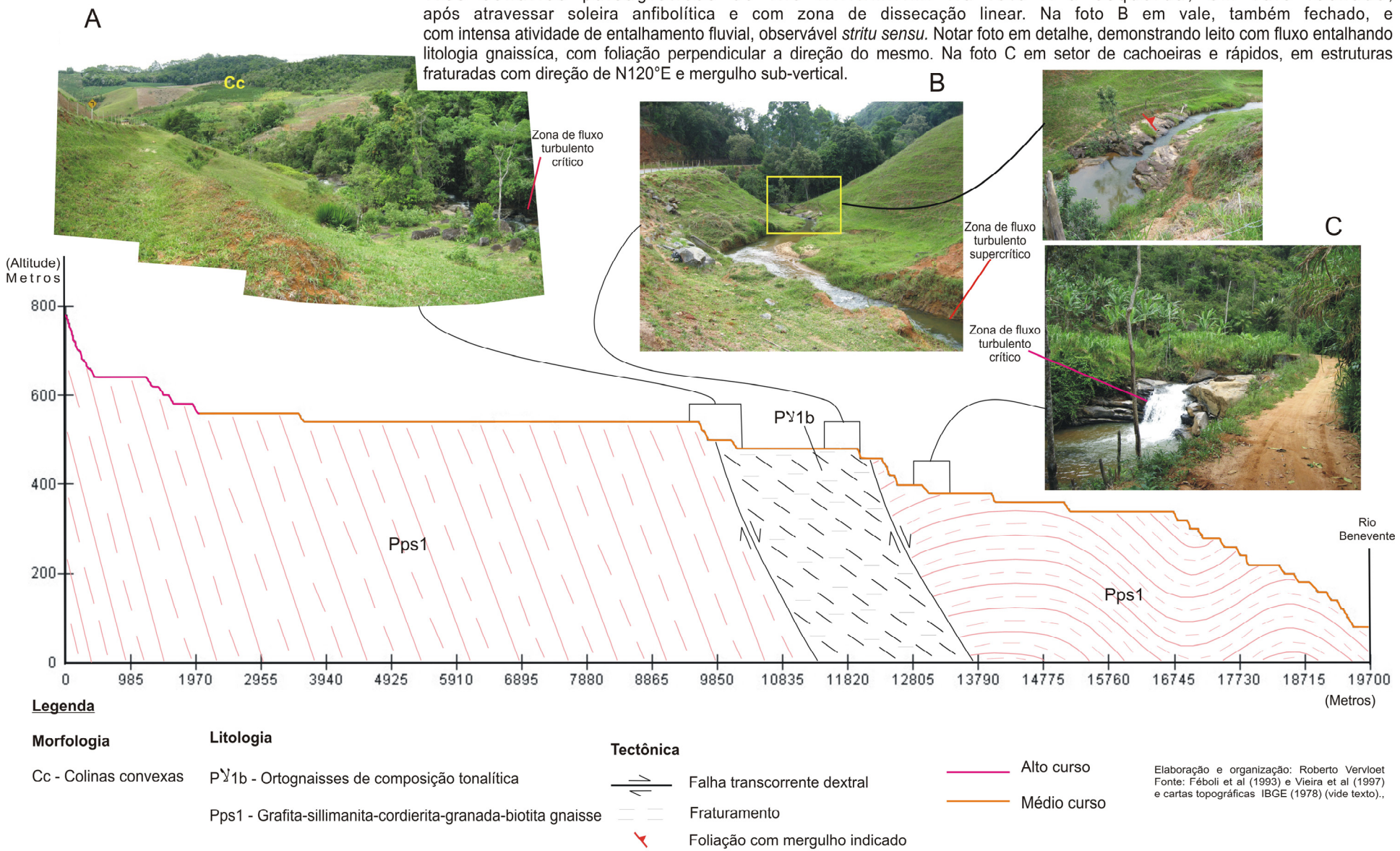
Há uma discrepância grande, em termos de área territorial entre as duas sub-bacias desta unidade. Enquanto que a sub-bacia do Rio Iriritimirim tem 51,613 km² a do Córrego do Cedro ocupa somente 14.618 km² em área.

Essa diferença de tamanho interfere pouco nos índices Dd, Dh, Cm e Eps para essas duas sub-redes de drenagem. É interessante notar que a sub-bacia do Córrego do Cedro constitui maior valor de Dh (4,37), mesmo com Dd e área menor, tendo, também, a sua Rb (4,01) com valor maior, fazendo com que o Rlb (0,468) e o Rlm (2,214) sejam, por seu turno, com valores menores.

A diminuição dos valores de Rlm, nesta sub-bacia, tem como conseqüência o fato de que os canais de 1° e 2° ordem vão ter, em média, maior extensão em comprimento, podendo indicar que eles estejam encaixados em litoestruturas, que condicionam a expansão vertical em detrimento da horizontal. Isso ocorre porque não há aumento das taxas de bifurcações na rede, por ausência de expansão horizontal dos canais. Assim, a rede não se expande horizontalmente, vindo somente a atuar verticalmente, por desenvolvimento longitudinal dos canais que a compõem.

Tal condição ajuda a explicar o porquê da sub-bacia do Córrego do Cedro, não ter desenvolvido sua rede hidrográfica, a ponto de ocupar maior espaço territorial, além de outros fatores de ordem também estrutural existentes na região.

Os dois canais escolhidos para realização do perfil longitudinal e compilação dos índices SL e S foram, portanto, o Rio Iriritimirim e o Córrego do Cedro. Os perfis destes rios estão representados nas figuras (89 e 90) e os dados de SL e S nas tabelas 21 e 22.



Três cenários paisagísticos do Rio Iriritimirim. Na foto A a esquerda, em vale fechado, após atravessar soleira anfibolítica e com zona de dissecação linear. Na foto B em vale, também fechado, e com intensa atividade de entalhamento fluvial, observável *stritu sensu.* Notar foto em detalhe, demonstrando leito com fluxo entalhando litologia gnaissíca, com foliação perpendicular a direção do mesmo. Na foto C em setor de cachoeiras e rápidos, em estruturas fraturadas com direção de N120°E e mergulho sub-vertical.

Figura (89). Perfil longitudinal do Rio Iriritimirim

Tabela 21 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) do Rio Iriritimirim	
Alto curso – Cota máx.– 800 m Cota mín. – 560 m Extensão – 1970 m. Amplitude – 240 m. SL = 240 S = 0,1218 m / m	Médio curso – Cota máx. –560 m. Cota mín. – 80 m. Extensão – 17.730m. Amplitude –480 m. SL = 293,33 S = 0,0271 m / m

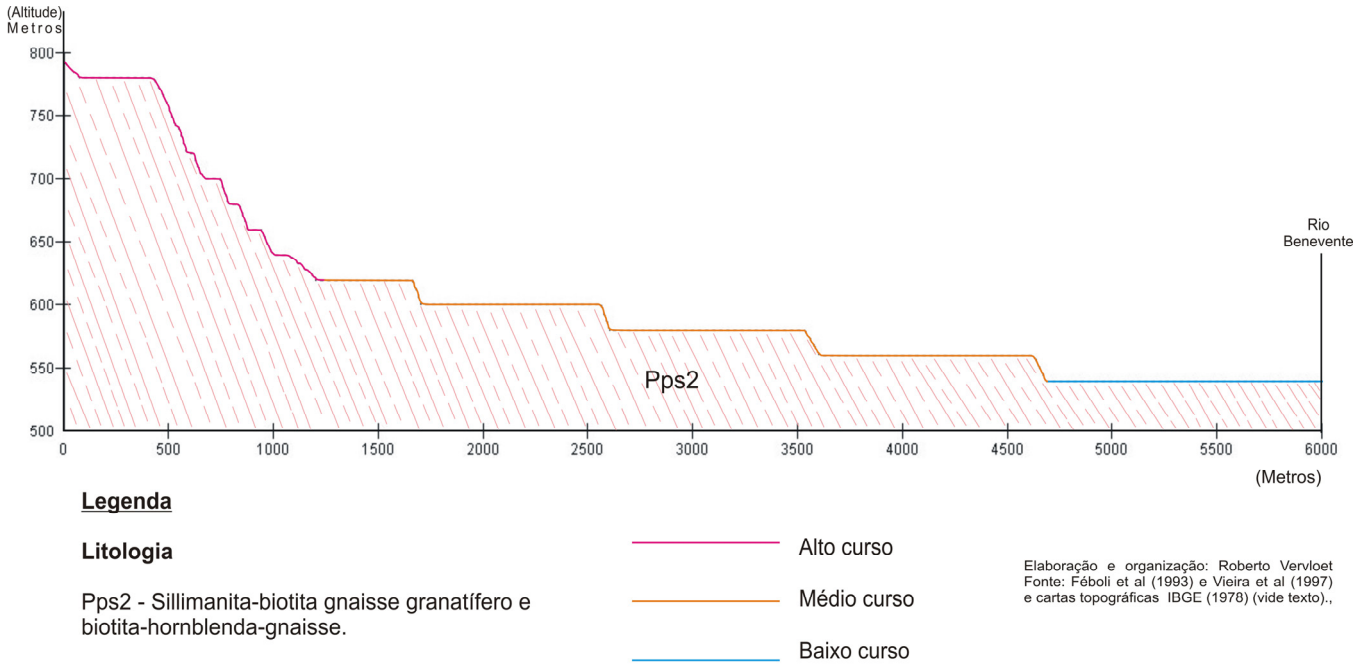


Figura (90). Perfil longitudinal Córrego do Cedro.

Tabela 22 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Longitudinal (S)		
Alto curso – Cota máx.– 800 m Cota mín. – 600 m Extensão –1.250 m. Amplitude –200 m. SL = 200 S = 0,1600 m / m	Médio curso – Cota máx. – 600 m. Cota mín. – 540 m. Extensão – 3.500m. Amplitude –180 m. SL = 154,28 S = 0,0514 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 540 m. Cota mín. – 540 m. Extensão – 1.250 m. Amplitude – 0 m. SL = 4,30 S = 0 m / m

O Rio Iriritimirim apresenta um perfil relativamente parecido com o do Rio Santa Maria, com trecho de alto curso pequeno em extensão, e, um médio curso constituído por segmentos sistemáticos de ruptura e escalonamento em sua linha longitudinal. Observa-se que este rio não possui baixo curso e o seu médio curso apresenta um trecho com notáveis pontos de ruptura proporcionais no tamanho, descendo de 360 a 80 metros, onde conflui com o Rio Benevente, sendo este também um setor de importante zona com processos de superimposição fluvial.

Nota-se que por ter uma área de corredeiras, rápidos e acentuado declive, onde o rio desce cerca de 280 metros, no fim do trecho de médio curso, o valor de SL (293,33) nesse trecho será maior do que o de alto curso (SL 240), ou seja, o rio tem mais força para erodir neste trecho do que no de alto curso, embora a declividade deste seja menor, a cada metro de canal percorrido.

É neste trecho que o canal se superimpõe as litoestruturas gnáissicas dobradas Pps1, vindo a ter maiores quantidades de knickpoints, interrompendo o traçado longitudinal. Observem que fora desta zona dobrada o canal apresenta segmentos regulares de extensão maior em comprimento. Trata-se, sem sombra de dúvida, de “miolos’ de sistemas de dobramentos, onde se tem rochas mais resistentes ao entalhamento fluvial.

O Córrego do Cedro, por sua vez, apresenta um perfil muito curioso, típico de algo a qual os geomorfológos mais clássicos, designariam de perfil em forma de parábola, ou seja, quando o rio estaria mais próximo de um estado de “equilíbrio”.

Tirando-se a ruptura que quebra a regularidade do perfil no segmento de alto curso, a linha longitudinal do canal, sobretudo no médio curso, apresenta rupturas sistemáticas que demonstra um escalonamento apreciável, em termos de interrupção longitudinal de seu perfil.

A ruptura que aparece no perfil, logo após a nascente do canal, demonstra um recuo progressivo da cabeceira da ordem de 450 metros a montante da mesma. Não tivemos em trabalhos de campo, acesso ao local de tal recuo em processo remontante. Ao nível de uma mera especulação, pensamos que o canal atingiu no setor, uma fratura posicionada em terço superior de vertente, disposta em zona de contato litológico entre quartzitos (Pps2qtxt) e gnaisses (Pps2) na região de complexo de nascentes dessa sub-bacia, que permitiu o recuo rápido da cabeceira responsável pelo canal principal deste córrego, pois, presenciamos tal esquema em outros lugares, embora com características próprias. Tal zona de contato pode ser observada pelo mapa de distribuição das unidades litológicas na fig. (23).

Diferentemente do Rio Iriritimirim este córrego possui um trecho de baixo curso, onde o mesmo meandra em planície alveolar, formada na confluência com o Rio Benevente e o Rio Maravilha, conforme dissemos anteriormente. Os dados de SL e S desse canal, demonstraram um retorno a uma tendência geral de maior poder erosivo fluvial para o trecho de alto curso (SL 200), seguido do médio curso (SL 154,28) e com um valor insignificante para o baixo curso (SL 4,30). Seqüência que ocorre em outras sub-bacias, mas que é quebrada nos rios Santa Maria, Batatal e Caco de Pote.

O mesmo ocorre com os valores de S, onde devido ao grande desnível altimétrico do alto curso, este passa a ter uma declividade alta, em torno de 0,1600 metros a cada metro de canal percorrido, com 0,0514 m/m no médio curso e um valor de 0 no baixo curso, que embora tenha dado como inexistente, sabemos que neste trecho há uma ligeira declividade do canal, que não aparece nos documentos cartográficos que subsidiaram a compilação dessas informações.

4.4 – Domínio Morfotectônico de Arco Magmático – DAM.

Este domínio é composto pelas seguintes unidades: Unidade Rio Maravilha (URM) e Unidade Córrego do Redentor (UCR).

4.4.1 – Unidade Rio Maravilha – URM.

A URM representa o quarto maior conjunto de drenagens homogêneas em área, que estão inseridas no espaço da bacia do Rio Benevente, ocupando cerca de 117.809 m², compondo um típico caso de padrão de drenagem a qual podemos classificar como complexo.

Trata-se de um grande conjunto de sub-redes hidrográficas que, devido em parte a um caráter de drenagem dendrítica misturada com drenagens menores e do tipo em treliça falhado, deve ser classificada como padrão complexo. Fatores estruturais aliados à topografia e característica dos materiais condicionam este tipo de padrão.

A principal sub-bacia dessa unidade é a do Rio Maravilha, que nasce nas cercanias da Serra da Maravilha a uma altitude de aproximadamente 1.140 metros, possuindo uma rede de drenagem que ocupa quase todo o espaço geomórfico da unidade.

As outras sub-bacias que são menores em área, mas, que, no entanto, participam da configuração morfológica da URM é a do Córrego da Pedra e a do Córrego Morandi.

A URM possui uma alta concentração da sua rede de drenagem, comparada às unidades anteriores, que é perfeitamente apreciável nas cartas topográficas da região, respondendo por um importante aumento da densidade de drenagem nesta unidade e interflúvios homogeneamente mais pequenos.

Dessa concentração da drenagem sobre um espaço geomórfico sem variação da litologia – que são quartzitos e gnaisses granatíferos (Pps2qtxt) em quase toda a unidade – resulta uma correspondência perfeita, entre um tipo mais homogêneo de dissecação fluvial e formas de relevo em conjugada evolução, pois onde ocorre essa densidade de drenagem concentrada, e, com menor espaço interfluvial entre os canais, haverá sempre a presença de morros pequenos de topos aguçados, como se observa no MDT dessa unidade na fig. (91), sendo este, o principal grupo de formas de relevo da mesma.

Isso implica em uma harmonia das mais significativas entre evolução da rede fluvial conjugada a gênese de formas de relevo (morros pequenos de topos aguçados), que somente é quebrada pela incisão linear do Rio Maravilha, na altura de sua confluência com o Benevente, onde há o estágio inicial de desenvolvimento de um vale muito parecido, morfologicamente, com o do Rio Iriritimirim e do Rio Batatal. Cumpre lembrar que ambos os vales, tanto o do Rio Iriritimirim como o do Rio Maravilha, se desenvolvem por encaixamento linear de seus canais em estruturas (falhas transcorrentes) situadas na borda esquerda da Zona de Cisalhamento Batatal.

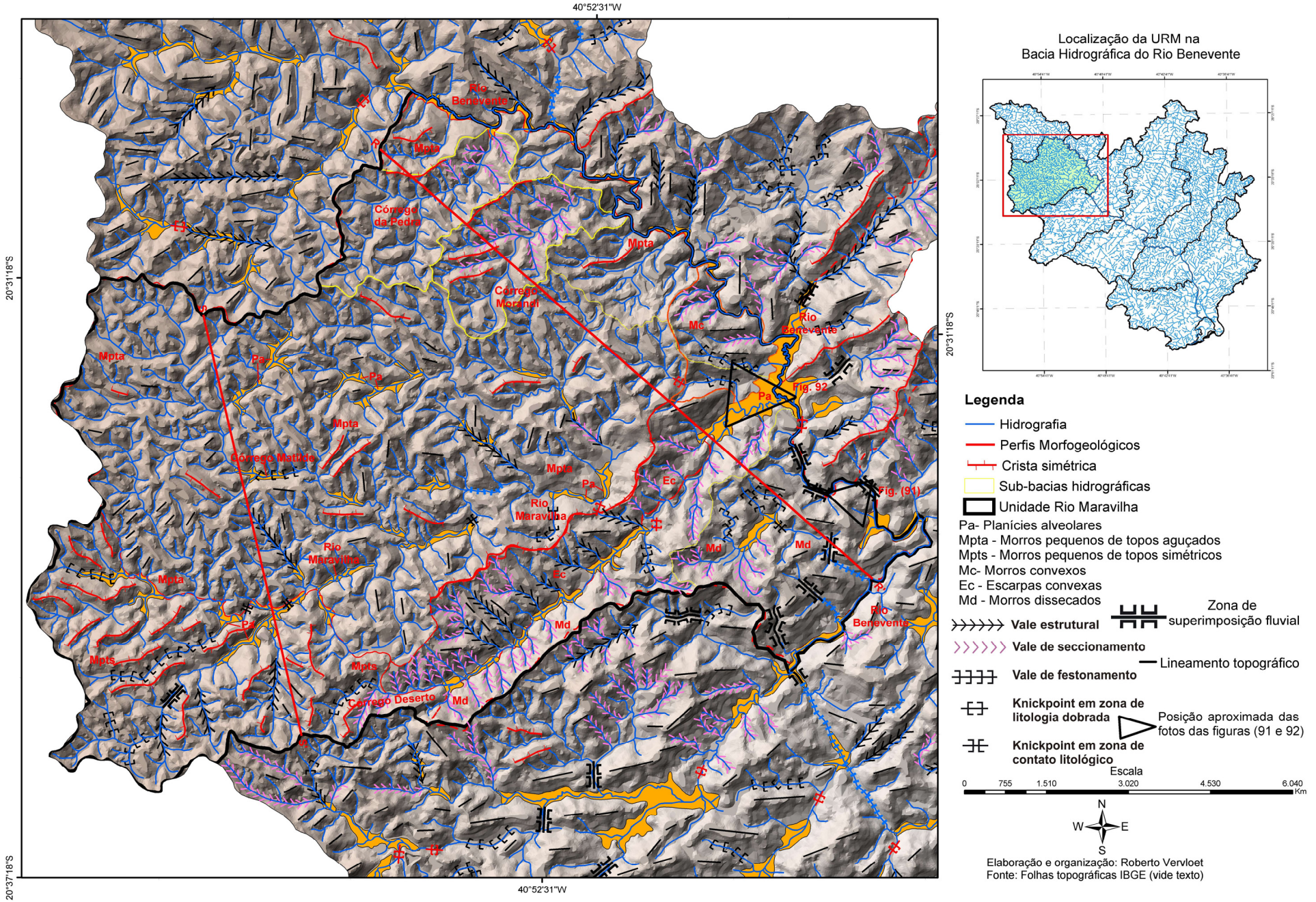
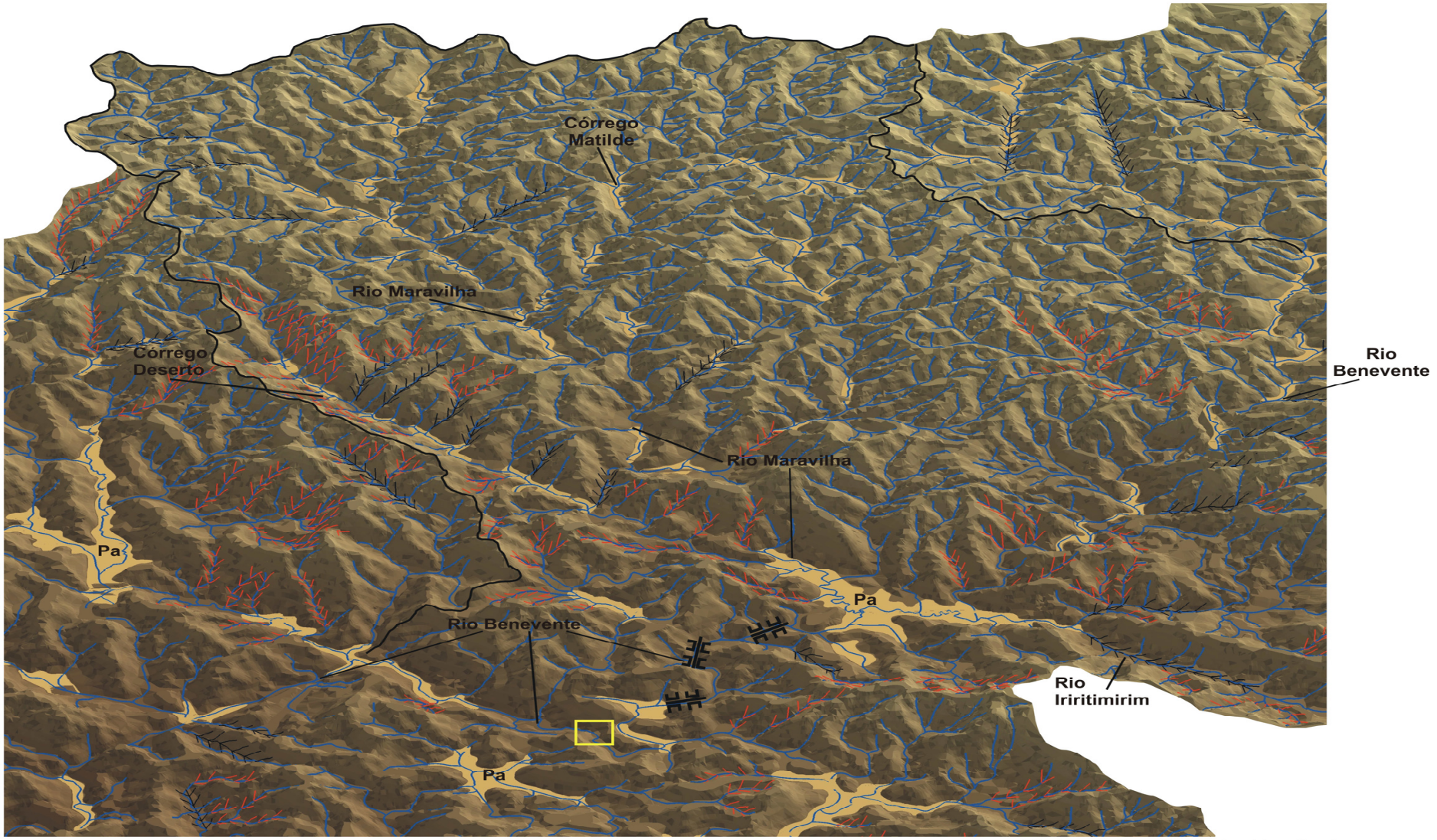


Figura (91). Modelo digital de terreno da Unidade Rio Maravilha.

Esse vale que quebra a monotonia da compartimentação geomorfológica, tem sua parte inicial, na confluência dos rios Maravilha e Iriritimirim com o Benevente, onde se desenvolve uma planície alveolar que consideramos, como uma das formas de relevo mais importante desta unidade, o qual marca o nível de base regional de erosão e desnudação. A dinâmica deposicional sedimentar desta planície, controla as diferentes fácies de dissecação fluvial, sobre a superfície dos terrenos, a partir deste ponto. Tal planície pode ser bem visualizada pela imagem MDT do vale do Rio Benevente e Rio Maravilha na fig. (92).

Como resultante, neste setor, formam-se vales relativamente mais profundos que evidenciam uma dissecação mais pronunciada da superfície, em uma zona de anticlinal que esta sendo consideravelmente dissecada, a partir de sua porção superior. Fato que também interfere na gênese destes morros dissecados, como se deduz da observação do perfil morfogeológico R – R' da fig. (93).

Antes da planície alveolar derivada dessa confluência fluvial, o rio Benevente responde pela gênese de uma importante cachoeira denominada de Cachoeira de Matilde, foto esquerda da fig. (90), onde o mesmo desce um significativo degrau com desnível de cerca de 80 metros. Nesse setor se desenvolve maior incisão linear dos canais afluentes do Benevente, devido a essa mudança no nível de base controlado pelo mesmo, gerando morros dissecados. Tais afluentes são de pequena extensão longitudinal e praticamente não acompanham, totalmente, o rebaixamento do nível de base gerado pela incisão do Rio Benevente.



Legenda

Pa - Planície alveolar

Vale estrutural

Vale de seccionamento

Zona de superimposição fluvial

Localização da Cachoeira de Matilde

Delimitação da UCRM

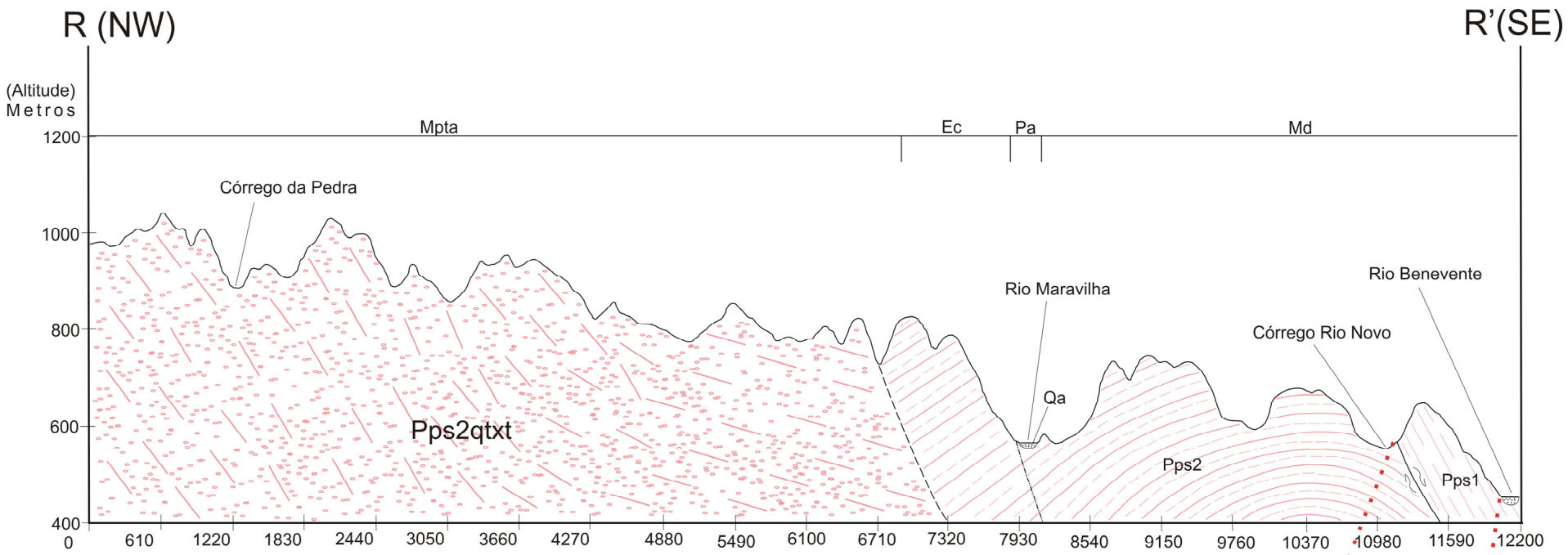
Ângulo de visada NE - SO

Exagero vertical = 1

N

Elaboração: Roberto Vervloet
Fonte: Modelo digital de terreno a partir de carta topográfica digital com escala 1:50.000 (IBGE, 1978).Iluminação artificial com azimute de 315º e declinação de 35º.

Figura (92). Modelo digital de terreno do Vale do Rio Benevente e Rio Maravilha.



Legenda

Morfologia

Pa - Planícies alveolares

Mpta - Morros pequenos de topos aguçados

Ec - Escarpas convexas

Md - Morros dissecados

Tectônica

Zona de cisalhamento transcorrente dextral

Contato litológico aproximado

Fratura

Litologia

Qa - Sedimentos aluvionares.

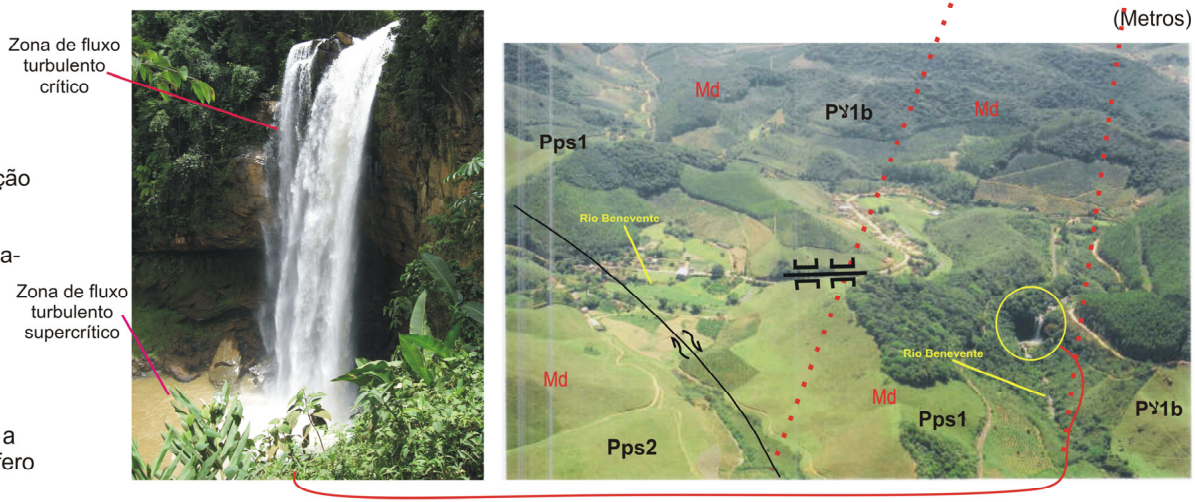
PΥ1b - Ortognaisses de composição tonalitíca

Pps1 - Grafita-sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaisse.

Pps2 - Sillimanita-biotita gnaisse granatífero e biotita-hornblenda gnaisse.

Pps2qtxt - Quartzitos associados a sillimanita-biotita-gnaisse granatífero de aspecto xistoso

Zona de superimposição fluvial



Visão aérea da paisagem na região do distrito de Matilde, com visualização em detalhe da Cachoeira de Matilde. Nota-se perfeitamente o vale oriundo da erosão remontante da mesma, em zona de contato litológico entre Pps1 e PΥ1b, que não aparece no perfil morfologeológico. Cortesia do Senhor Rainor Breda

Elaboração e organização: Roberto Vervloet
Fonte: Féboli et al (1993) e Vieira et al (1997) e cartas topográficas IBGE (1978) (vide texto).,

Figura (93). Perfil morfogeológico R - R' - URM

O Rio Benevente a montante desta cachoeira, após o distrito de Matilde, indo até a confluência com o Rio Maravilha, apresenta um setor que possui um interesse muito especial, devido ao caráter dinâmico fluvial de sua superimposicão, como acontece com o Rio Iriritimirim na URI.

Sustentam-se neste setor certas características que são similares ao esquema de superimposicão fluvial que ocorre no Rio Iriritimirim, que foi visto na unidade do mesmo, ou seja, canal fluvial seccionando estruturas litotectônicas que se posicionam em sentido perpendicular ao fluxo hidráulico do canal fluvial, neste caso, perpendicular ao Rio Benevente.

Nesta ocasião o Benevente também secciona estruturas litotectônicas que formam uma anticlinal, controlando o processo de dissecação da mesma, como é possível ver pelo perfil R – R' fig. (93), sendo este setor, muito bem localizado no MDT desta unidade.

Como ocorre no Rio Iriritimirim as vertentes laterais ao vale do Rio Benevente, também sofrem os impulsos do entalhamento linear fluvial e da sobreposição entre nível de base local e nível de base regional. Desta forma há a existência de processos de movimentos de massa, que no caso em questão, parecem estar mais estabilizados, ou seja, não encontramos em trabalhos de campo, as evidências que nos levam a caracterizar a ocorrência de movimentos recentes, mas, somente cicatrizes que atestam que no passado não muito distante na *escala histórica*, tais processos deviam ter existido, como se vê pelas fotos da fig. (94).

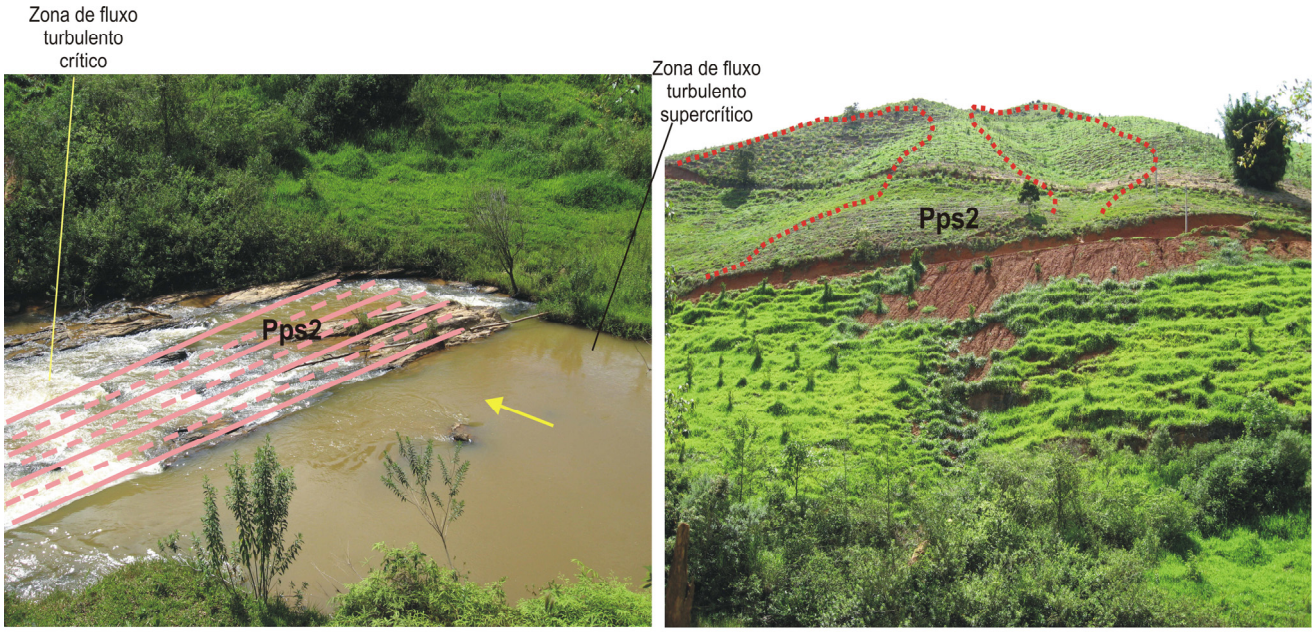


Figura (94). Leito fluvial do Rio Benevente, na estrada que vai do Distrito de Matilde para o povoado de Carolina, evidenciando a visualização *strictu sensu* de um processo de seccionamento, sobre estruturas Pps2, com orientação e mergulho de N150°W / 30°SE, em zona de superimposição fluvial do Rio Benevente em região de morros dissecados. Notar as cicatrizes de movimentos de massa pretéritos, na foto da direita, nas vertentes do vale da margem direita do rio homônimo, no mesmo local da flexão de quase 90° graus que o mesmo faz, sobre essas litoestuturas. Coordenadas UTM 0309553/7726843. Fotos: Roberto Vervloet

Legenda

Cicatrizes de movimentos de massa.

Direção do fluxo fluvial

Pps2 - Sillimanita-biotita gnaisse granatífero e biotita-hornblenda gnaisse.

Organização e elaboração: Roberto Vervloet

Ao entalhar as margens do vale, o *fluxo turbulento critico* do rio, em zona de alta inclinação do gradiente hidráulico, erode diretamente a base das vertentes, que são reafeiçoadas por processos de movimentos rápidos de massa, compostos predominantemente por materiais da cobertura pedológica. Devido a natureza e complexidade desses processos, sendo estes, objeto de debate amplo na literatura geomorfológica contemporânea, não podemos apresentar mais detalhes genéticos e as classificações dos mesmos nos setores em que eles ocorrem, mas, somente os elementos de associação destes com os processos fluviais nos referidos vales. Embora devemos considerar a existência de elementos padrão, atuantes na dinâmica de tais processos, os mesmos devem responder a certas peculiaridades locais que os tornam extremamente complexos.

Após esse setor de superimposição fluvial no vale do Benevente, logo após o distrito de Matilde na estrada para o povoado de Carolina, aparece um vale mais aberto, deste mesmo rio, com uma larga planície, onde o mesmo recebe a confluência dos Rios Maravilha e Iriritimirim, conforme já havíamos elucidado anteriormente.

Trata-se de uma planície alveolar embutida entre morros convexos e escarpas convexas. As escarpas convexas seguem pelo vale do Rio Maravilha adentro e pelo Córrego Deserto e os morros convexos seguem pelo vale do Rio Benevente. A passagem de um grupo de formas de relevo para o outro é algo muito difuso e gradual, sendo, às vezes, de difícil visualização a percepção da mudança morfológica desses sub-compartimentos.

Essa percepção de mudança na morfologia das formas da paisagem, somente é mais apreciável, quando se sobe esses dois vales, a montante dessa zona de confluência fluvial, no ponto em que há a transição, a partir de cotas altimétricas superiores a 850 metros de altitude, de morros e escarpas convexas para o predomínio de morros pequenos de topos aguçados. Tal característica pode ser melhor observada pelo perfil R – R' da fig. (93).

Como havíamos dito anteriormente, essa planície alveolar marca o nível de base regional das sub-drenagens, a partir deste ponto a montante. Entretanto, sua importância não reside simplesmente em demonstrar o significado do nível de base regional de erosão e desnudação, mas, em revelar uma curiosa peculiaridade da dinâmica fluvial, que também é minuciosamente observável em outras planícies

alveolares, protegidas e controladas por *Knickpoint,* nas calhas fluviais analisadas das unidades anteriores.

Essa peculiaridade da dinâmica fluvial esta ligada a diferentes estágios de rebaixamento linear do leito fluvial, que ocorrem em locais de *knickpoints,* a montante dos mesmos. Temos observado um nítido e quase imperceptível reafeiçoamento das planícies aveolares, a montante dessas feições, que nos parece ser proporcional à morfologia, hidrossedimentação, e dinâmica fluvio-sazonal dos canais em que elas aparecem, ou seja, sempre a montante de um *knickpoint*, as planícies alveolares de maior amplitude espacial, apresenta um ligeiro reafeiçoamento de sua superfície, que é de dificultosa percepção. Em raros casos se presencia a formação de terraços fluviais, sistematicamente bem posicionados ao longo do vale, outrora diretamente conectado a calha fluvial.

Nesta planície de convergência entre os rios supracitados, um terraço torna-se mais nítido e passível de melhor observação e compreensão, como se pode deduzir da observação da fig. (95).

Por não serem compatíveis com a escala de mapeamento geomorfológico adotada, tais terraços não aparecem no mesmo, entretanto, há uma ocorrência muito localizada, porém, sistemática dessas feições, sempre a montante de um *Knickpoint,* desde que os rios respondem pela formação de vales mais abertos.

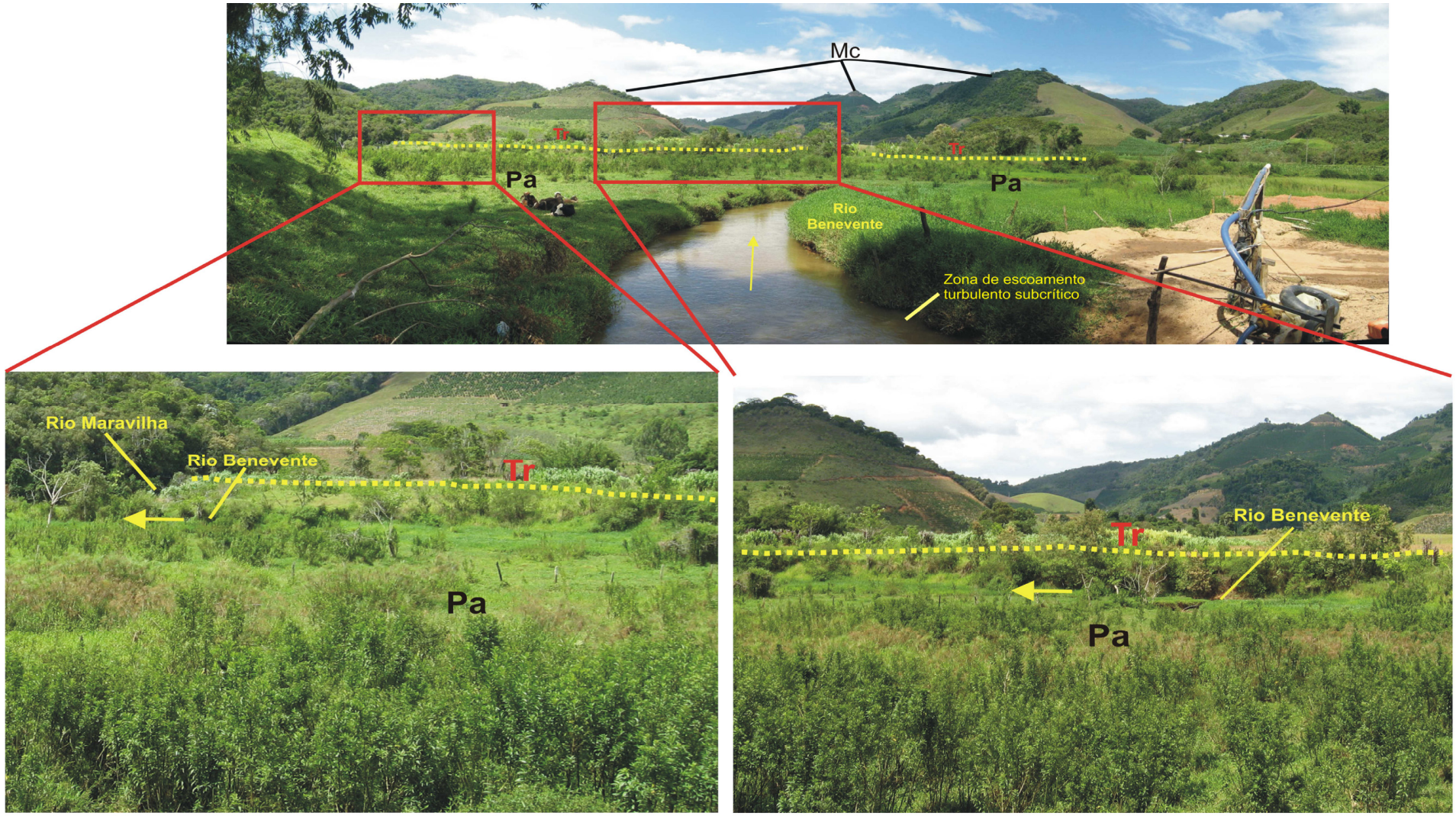


Figura (95). A planície alveolar da zona de confluência entre o Rio Benevente, Rio Maravilha e o Rio Iriritimirim nas proximidades do povoado de Carolina, após o Distrito de Matilde. Setor de morros convexos com planície alveolar em primeiro plano nas fotos inferiores, apresentando área em que há inundações periódicas na zona de Pa e terraço fluvial na porção mais alta, sofrendo processo de entalhamento ocasionado pelo Rio Benevente. Coordenadas UTM 0308185 / 7728497.

Fotos e organização:
Roberto Verviloet

Legenda

Pa - Planície alveolar Tr - Terraço fluvial Mc - Morros convexos Delimitação do terraço fluvial Direção do fluxo fluvial

Temos razões para acreditar que o processo conflituoso que há no jogo de forças físicas atuantes, entre o leito rochoso dos rios e os fluxos hidráulicos, carregados de sedimentos arenosos transportados, predominantemente, por arrastamento, e, que acabam por erodir a superfície rochosa do leito, sustentadora do *knickpoint*, em uma dinâmica “contínua”, responde por processos de entalhamento e re-entalhamento da calha fluvial, a montante do knickpoint, rebaixando o fundo do leito e forçando-o a ter que se adaptar as novas situações em termos de geometria hidráulica. O resultado é uma ligeira erosão regressiva que atinge a frente das planícies alveolares, onde é possível visualizar melhor a superfície da mesma sendo entalhada. Em alguns casos se observa a formação de terraços de morfologia assimétrica, como é o caso da planície da fig. (95). O problema é que na conjuntura do referido trabalho, não temos como medir esse processo ou até mesmo elucida-lo de maneira mais objetiva.

Todavia, não estamos no campo da mera especulação. Há reafeiçoamento de planícies alveolares em quase todos os *knickpoints* que nós mapeamos neste trabalho, configurados em diferentes proporções morfológicas, escalas e posição no perfil longitudinal dos rios.

Acreditamos ser esse fato um desafio sério para a geomorfologia fluvial do mundo tropical, ou seja, o de criar parâmetros e variáveis que possibilitem os métodos de investigação dessas situações que ocorrem na natureza geomórfica dos terrenos tropicais.

Devemos lembrar que não se pode aqui, confundir os mecanismos de tais processos com os mecanismos responsáveis pela formação dos típicos terraços fluviais,

discutidos amplamente na literatura, e que muitos autores relacionam à regiões de reativação tectônica Quaternária. Acreditamos, na verdade, tratar-se de processos de atuação erosiva regressiva do leito fluvial, em zonas de alta atividade morfodinâmica dos fluxos fluviais, visto de maneira *strictu sensu* nas situações de campo, onde as superfícies das planícies alveolares estão sendo entalhadas. Entretanto, também não podemos cair na ingenuidade de não deixar em aberto, a possibilidade de que estes processos estejam relacionados a reativações Quaternárias.

A importância da planície alveolar representada na fig. (95) se baseia no fato de que esse processo, pode ser melhor percebido, devido a sua expressão morfológica espacial em área. Não encontramos nesta ocasião, terraços fluviais escalonados que permitissem a tentativa de um exercício de morfocronologia relativa do fenômeno erosivo aventado, ou de comparação com processos de formação de terraços fluviais simétricos, estudados pela literatura, por isso frisamos a idéia de se não confundir um evento processual com outro. Tal região não apresenta estas propriedades geomorfológicas que ocorrem em alguns vales fluviais de ambientes tropicais, e o acesso para trabalhos de campo é dificultado pelo número reduzido de estradas existentes no local. Fato que não nos possibilitou melhores registros fotográficos destes documentos paisagísticos da realidade geomórfica.

Esse reafeiçoamento sistemático e regular de planícies alveolares é observado em outros setores das unidades analisadas antiriormente. Entretanto, deixamos para tratar desta questão na URM, devido à natureza explicita desse processo, ocorrente na região em que há o desenvolvimento desta planície alveolar analisada.

Por causa das condições de acesso, está unidade não pôde ter todos os grupos de formas de relevo e sub-bacias hidrográficas analisadas *in situ* por meio dos trabalhos de campo, e, a partir desta planície alveolar, fica difícil o acesso aos outros sub-compartimentos de relevo. Fato que nos levou a basear, fundamentalmente, na análise dos documentos cartográficos escolhidos para a consecução do trabalho, que são as cartas topográficas, MDT da bacia do Rio Benevente e os perfis morfogeológicos.

Subindo os vales do Córrego Deserto e Rio Maravilha, há uma mudança importante nos sub-compartimentos de relevo, onde de escarpas convexas e morros dissecados, passa-se para morros de topos simétricos e morros de topos aguçados.

Os morros de topos simétricos se dispõem nas porções finais do vale do Rio Maravilha, aonde há um maior pronunciamento desta característica morfológica dos topos, devido a uma fácies maior da dissecação fluvial, com desenvolvimento de pequenos vales estruturais e de festonamento. Na URSJ mapeamos um grupo de morros de topos assimétricos que se asilam nas partes finais do vale do Ribeirão São Joaquim. Naquela ocasião, vimos que estes morros foram gerados sobre litótipos Pps1, com uma foliação sub-vertical que mergulhava para SE. Fato que implica em uma morfologia de topos assimétricos.

Nos morros de topos simétricos desta unidade ocorre a mesma configuração litoestrutural, só que sobre rochas Pps2qtxt, e apresentando a superfície, um menor nível faciológico de dissecação fluvial, se comparado ao vale do Ribeirão São

Joaquim, resultando em uma topografia de topos simétricos, por não ter sido, estes morros, dissecados a ponto de revelar a assimetria existente na estrutura sub-superficial da paisagem neste vale. Ao passo que nos morros do vale do Ribeirão São Joaquim, a dissecação exumou esta assimetria, que ocorre em condições de litoestruturas de dobramentos de fundo.

Portanto, trata-se de uma mesma configuração litoestrutural, mas que apresenta condições morfológicas de desenvolvimento diferencial, implicando em morros de topografia distinta.

Pela observação do Perfil Morfogeológico S – S' da fig. (96) e MDT da unidade, na fig. (91) é possível perceber, também, uma diferença acentuada nas características morfológicas entre estes dois tipos de formas de relevo.

Os morros de topos aguçados constituem vales mais fechados e de amplitude altimétrica menor, em que pesa uma densidade de drenagem concentrada responsável por espaços interfluviais, que também são menores, isto é, os interflúvios constituem pequenos morros de topos com uma geometria aguçada, como já aventamos anteriormente. As cotas altimétricas destes topos vão da ordem de 950 a 1100 metros de altitude e as vertentes se configuram com declividades entre 16°-20° e 21°-25°.

Uma fase embrionária de formação de pequenos vales estruturais, também se desenvolve neste sub-compartimento, (vide MDT da unidade) gerados em condições em que os canais atingem uma hierarquia acima de terceira ordem de drenagem.

Pequenas planícies alveolares, em caráter quase incipiente, geneticamente falando, também tomam lugar em alguns pontos de barramento da drenagem por knickpoints em fase primária de formação no sentido longitudinal dos pequenos curso d'água deste setor..

Os morros pequenos de topos simétricos, por sua vez, apresentam vales mais abertos, onde se desenvolvem planícies alveolares e vales estruturais e de festonamento à retaguarda destes. As cotas dos topos destes morros vão de 850 até os 1.000 metros de altitude e os fundos de vale de 850 até os 950 metros, sendo que as vertentes possuem inclinações nas classes de 11°-15° e 16°-20°.

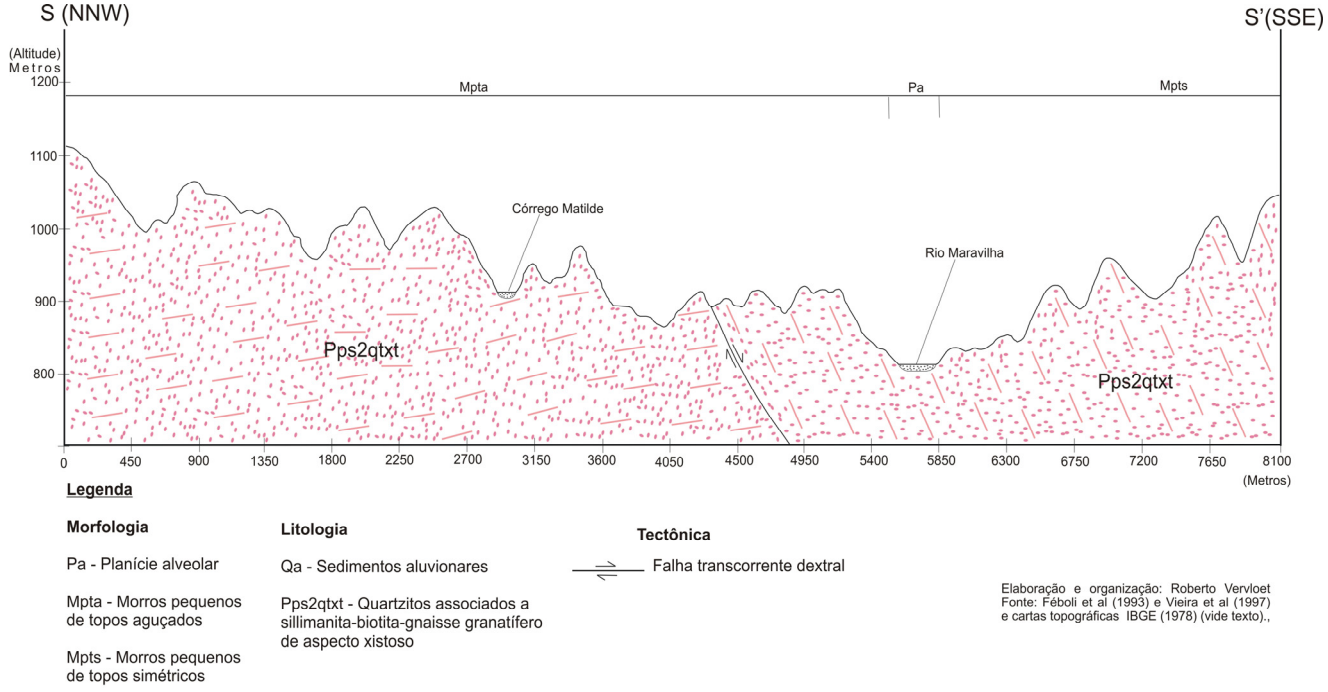


Figura (96). Perfil morfogeológico S - S' - URM

Ambos os sub-compartimentos de formas de relevo, se desenvolvem em quartzitos associados a sillimanita-biotita-gnaisse granatífero de aspecto xistoso da unidade litológica Pps2qtxt.

Os dados dos parâmetros hidrográficos da URM são os que constam na tabela 23.

Tabela 23 – Dados dos Parâmetros Hidrográficos Numéricos da URM

		Parâmetros Hidrográficos										
	Unidade Rio Maravilha - URM	**Área (Km²)**	**Ordem**	**Dd**	**Dh**	**Cm (m²)**	**Eps (metros)**	**Rb**	**Rlm**	**Rlb**	**K**	**C**
Sub-bacias e áreas de drenagem direta representativas	**Sub – bacia Rio Maravilha**	88.032	6ª	3.974	8,37	251	125	3,73	2,010	0,608	1.536	0,424
	Sub – bacia Córrego da Pedra	5,718	4°	4,407	11,89	226	113	4,16	2,300	0,553	1,486	0,453
	Sub – bacia Córrego Morandi	5,039	4°	4,752	11,31	210	105	3,80	2,168	0,712	1,473	0,458
	Áreas de drenagem direta	19,020	-	2,471	4,52	404	202	6,0	2,235	0,372	-	-
	URM	117,809	-	3.786	8,04	264,13	132	3,90	2,013	0,579	1,742	0,329

Dd – densidade de drenagem, Dh – densidade hidrográfica, Cm – coeficiente de manutenção, Eps – Extensão do percurso superficial, Rb – razão de bifurcação, Rlm – relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem, Rlb – relação entre o índice de comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação, K – fator de forma e C – índice de circularidade.
Organização: Roberto Vervloet.
Fonte: cartas topográficas do IBGE (1978).

Esta unidade é composta por três sub-bacias, sendo que duas ocupam áreas de tamanhos parecidos e uma é desproporcionalmente maior. As duas menores, possuem o canal principal na 4°ordem de hierarquia e maior atinge a 6°ordem.

As duas sub-bacias menores apresentam dados relativamente homogêneos nos parâmetros Dd, Dh, Cm e Eps, indicando que o comportamento hidrológico de suas drenagens são bem parecidos, em termos de infiltração e escoamento superficial. Questão que é corroborada pelos índices de K e C, que apresentam valores muito próximos para ambas as sub-bacias, indicando que a liberação do deflúvio é muito rápido, atestado pelo baixo Eps das mesmas. Isso ajuda a explicar, aliado a outros

fatores, o porquê delas não possuírem planícies alveolares, como ocorre em outras sub-bacias.

A diferença maior reside nos dados de Rb, Rlm e Rlb, confirmando que, embora sejam parecidas em termos comportamento hidrológico, as drenagens que compõem essas sub-redes, constituem hidrografias com sutis variações, no que diz respeito a ramificação e evolução dos canais.

A sub-bacia do Córrego Morandi tem dados de Rb (3,80) e Rlm (2,168) menores, revelando que sua rede de drenagem, ainda apresenta maior relação entre os canais de 1° e 2° ordem. Fato que ocorre quando há menores quantidades de canais nesta ordem, podendo estar relacionado a menor evolução da rede. Lembrando que uma rede, ao “evoluir”, tende a eliminar espaços interfluviais e ocupar maiores áreas territoriais, diminuindo, a priori, as razões de bifurcações entre os canais.

Questão que pode ser confirmada pelo maior dado de Rlb (0,712) desta sub-bacia, atestando que os canais de menor ordem, respondem por maior participação na extensão total dos canais que compõem a rede hidrográfica. Esse fato pode estar relacionado, a uma sub-rede que apresenta, proporcionalmente à área da bacia, uma quantidade muito grande de cabeceiras de drenagem de 1°ordem. Vale lembrar que quando o índice de Rb aumenta é comum o Rlb diminuir.

A sub-bacia maior é a que responde por todas as características da unidade, podendo este fato, ser confirmado pela proximidade dos dados entre a mesma e a URM. Proximidade que só não é maior, porque esta sub-bacia irá apresentar maior

índice de C e K, que na unidade é interferido pela presença das duas sub-bacias menores, pois o espaço da unidade compreende os das ADD e respectivas sub-bacias.

Entretanto, a sub-bacia do Rio Maravilha responde por sustentar na URM o índice de maior Dd (3,786) encontrado nas unidades.

Esses dados que confirmam uma drenagem com alta concentração de canais e interflúvios menores, que pode ser bem observado pelo MDT da unidade, ocorre porque esses sistemas hidrográficos estão evoluindo sobre quartzitos Pps2qtxt, que correspondem a rochas com baixas taxas de infiltração e que liberam grandes quantidades de sedimentos de granolumetria arenosa.

Os perfis longitudinais e cálculos dos índices de SL e S foram realizados nos canais principais dessas três sub-bacias que são a do Rio Maravilha, Córrego da Pedra e Córrego Morandi, e constam nas figuras. (97, 98 e 99) e tabelas 24, 25 e 26.

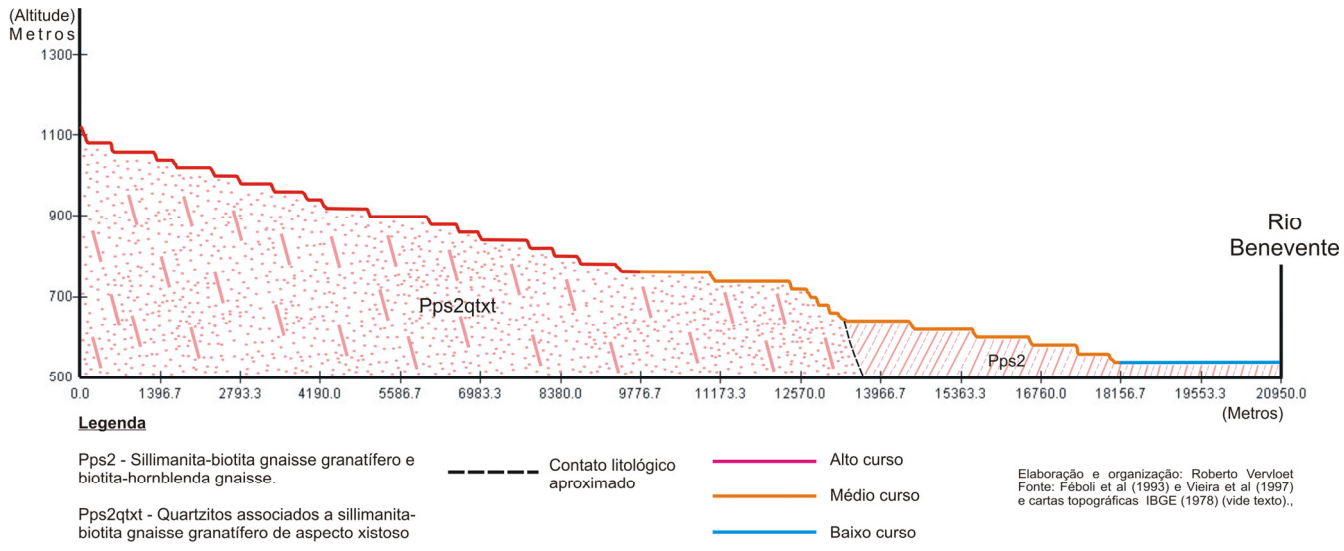


Figura (97). Perfil longitudinal do Rio Maravilha

Tabela 24 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) do Rio Maravilha		
Alto curso – Cota máx.– 1.140 m Cota mín. – 760 m Extensão –9.776 m. Amplitude –380 m. SL = 380 S = 0,0389 m / m	Médio curso – Cota máx. – 760 m. Cota mín. – 540 m. Extensão – 8.380 m. Amplitude – 220 m. SL = 366,65 S = 0,0263 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 540 m. Cota mín. – 540 m. Extensão – 2.794 m. Amplitude – 0 m. SL = 7,00 S = 0 m / m

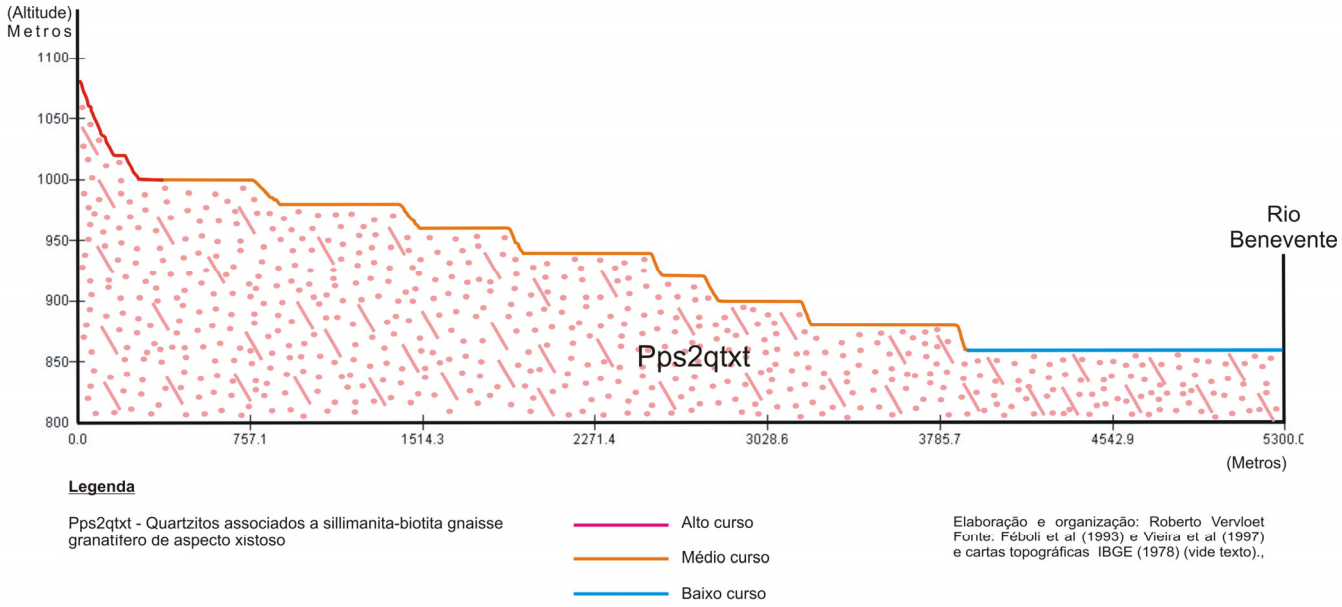


Figura (98). Perfil longitudinal do Córrego da Pedra

Tabela 25 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) do Córrego da Pedra		
Alto curso – Cota máx.–1.100 m Cota mín. – 980 m Extensão – 378,50 m. Amplitude – 120 m. SL = 120 S = 0,3170 m / m	Médio curso – Cota máx. – 980 m. Cota mín. – 860 m. Extensão – 3.500 m. Amplitude – 120 m. SL = 72,97 S = 0,0343 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 860 m. Cota mín. – 860 m. Extensão – 1.421 m. Amplitude – 0 m. SL = 3,22 S = 0 m / m

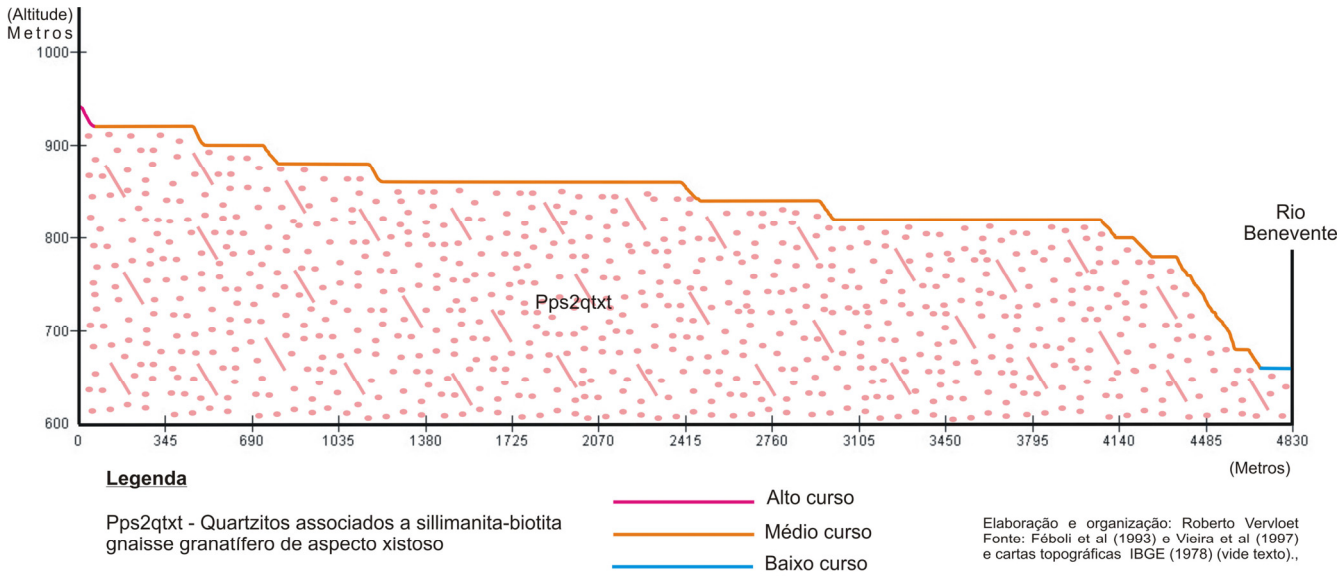


Figura (99). Perfil longitudinal do Córrego Morandi

Tabela 26 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) do Córrego Morandi		
Alto curso – Cota máx.– 960 m Cota mín. – 920 m Extensão – 86 m. Amplitude – 40 m. SL = 40 S = 0,4651 m / m	Médio curso – Cota máx. – 920 m. Cota mín. – 660 m. Extensão – 4,571 m. Amplitude – 260 m. SL = 134,89 S = 0,0569 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 660 m. Cota mín. – 660 m. Extensão – 172 m. Amplitude – 0 m. SL = 27,575 S = 0 m / m

O perfil longitudinal do Rio Maravilha apresenta uma característica muito curiosa, pois seu traçado remete a um padrão sistemático de escalonamento, que dificultou em muito, a delimitação do trecho de alto curso.

Assemelha-se com o traçado longitudinal do Rio Batatal e revela um escalonamento que somente é rompido no trecho de médio curso, na altura de 12.570 metros de extensão. Entretanto, estes dois rios se diferenciam em muito, em termos de sub-compartimentação morfológica, litologia, tectônica e vazão fluvial.

Enquanto o Rio Batatal corre praticamente todo encaixado em uma falha derivada em zona de cisalhamento transcorrente dextral, o Rio Maravilha, por sua vez, somente tem o seu setor de baixo curso, encaixado em uma fratura tectônica, não mapeável na escala do mapa tectônico, utilizado por nós neste trabalho. A partir de sua confluência com o Córrego Deserto, seu canal força uma flexão de quase 90° saindo de NNE – SSW para WNW – ESE, saindo do vale homônimo, onde escoa sobre uma cota de 600 metros de altitude e seguindo por entre os morros pequenos de topos aguçados dessa unidade, a uma altitude 760 metros.

Seus valores de SL e S seguiram a tendência geral apresentada por outros rios, conforme tabela n° 24. O de ter maior pode erosivo nos trechos de alto e médio curso, respectivamente, sem grandes discrepâncias numéricas nos valores compilados, salvo o trecho de baixo curso que, naturalmente, será sempre com SL baixo .

O Córrego da Pedra, por conseguinte, é a segunda sub-bacia em área, localizada no interior da unidade, entretanto, muito menor comparada à área da sub-bacia do Rio Maravilha.

Seu perfil longitudinal é relativamente parecido com o do Córrego do Cedro da Unidade Rio Iriritimirim, se diferenciando somente no trecho de alto curso. Possui uma extensão pequena se comparada aos outros cursos, com 5.300 metros de extensão que atinge a 4° ordem na hierarquia de drenagem, como já dissemos anteriormente.

O alto curso apresenta-se de extensão muito reduzida, ao passo que o médio curso se estende por quase toda a linha representativa do perfil, constituindo uma “escada” de degraus equivalentes, proporcionalmente falando. Isso infere a existência de knickpoints, gerados pelo entalhamento fluvial, sobre rochas Pps2qtxt, analogamente parecido com o traçado de alto curso do Rio Maravilha, entretanto, menores em extensão longitudinal.

Assim como no Rio Maravilha, os valores de SL e S também decaem dos trechos de alto para médio e baixo curso fluvial, apresentando um valor de zero no índice S, para o trecho de baixo curso. Entretanto, sabemos que na realidade de campo, mesmo que este trecho seja pequeno em extensão, haverá sempre uma pequena declinação no traçado longitudinal do canal, neste setor, que não é possível calcular pelos documentos cartográficos, devido à escala dos mesmos.

O Córrego Morandi constitui um perfil, com uma linha longitudinal perfeitamente semelhante com o perfil revelado pelo Rio Iriritimirim, embora esteja sobre características geomorfológicas e litológicas distintas e com perfil menor em comprimento.

Revela um trecho de alto curso muito pequeno, no que diz respeito ao comprimento do perfil, e uma desproporção notável com relação ao médio curso, que se apresenta como o trecho mais extenso, em detrimento do alto e baixo curso, que também é de configuração muito curta.

Destaque deve ser dado ao segmento final do seu médio curso, onde este canal desce em uma vale que tem seu fundo posicionado em cota de 850 metros de altitude para um vale que esta em 650 metros, desembocando no Rio Benevente, ou seja, assim como ocorreu com o Ribeirão São Joaquim, este canal também apresenta dificuldades em acompanhar o rebaixamento do nível de base, efetuado pelo Benevente.

Notar que este córrego não segue a tendência de decréscimo dos valores de SL nos trechos de alto para baixo curso, como ocorre com a maioria dos outros rios, pois o valor de SL de seu médio curso é bem maior do que o de alto curso. Fato que certamente acontece devido à extensão e amplitude reduzida deste trecho.

Para finalizar, devemos fazer observar que estes perfis longitudinais, configuram escalonamentos sistemáticos, condicionados por canais que entalham quartzitos Pps2qtxt que, aparentemente, é mais determinante que os gnaisses Pps2, no controle de soleiras rochosas formando-se, assim, sistemas de knickpoints muito mais complexos.

4.4.2 – Unidade Córrego do Redentor – UCR.

A UCR é a unidade que constitui o complexo de nascentes que sustenta a perenidade da drenagem do setor de alto curso do Rio Benevente e onde se encontra as duas principais sub-bacias que, por confluência, responde pela formação do mesmo.

Estas duas sub-bacias são formadas pelo Córrego da Fortuna e Córrego do Redentor e nascem na Serra da Maravilha e na Serra do Redentor a uma altitude de 1120 e 1360 metros, respectivamente.

Duas outras sub-bacias de menor importância também fazem parte deste conjunto de drenagens de terras altas, que são a do Córrego Alto Benevente e Córrego São Bento, sendo que esta última deságua no Córrego da Fortuna, poucos metros antes da confluência deste com o Córrego do Redentor.

Podemos chamar esta unidade de terras altas, porque estas duas sub-bacias, também nascem em cotas elevadas. O Córrego São Bento nasce em uma altitude de 1320 metros e o Córrego Alto Benevente em uma cota de 1090 metros.

Os principais conjuntos de formas de relevo desta unidade são os morros pequenos de topos semi-convexos e os morros pequenos de topos convexos, sendo este o que ocupa a maior área dentro da unidade, como se vê pelo MDT da mesma, na fig (100)..

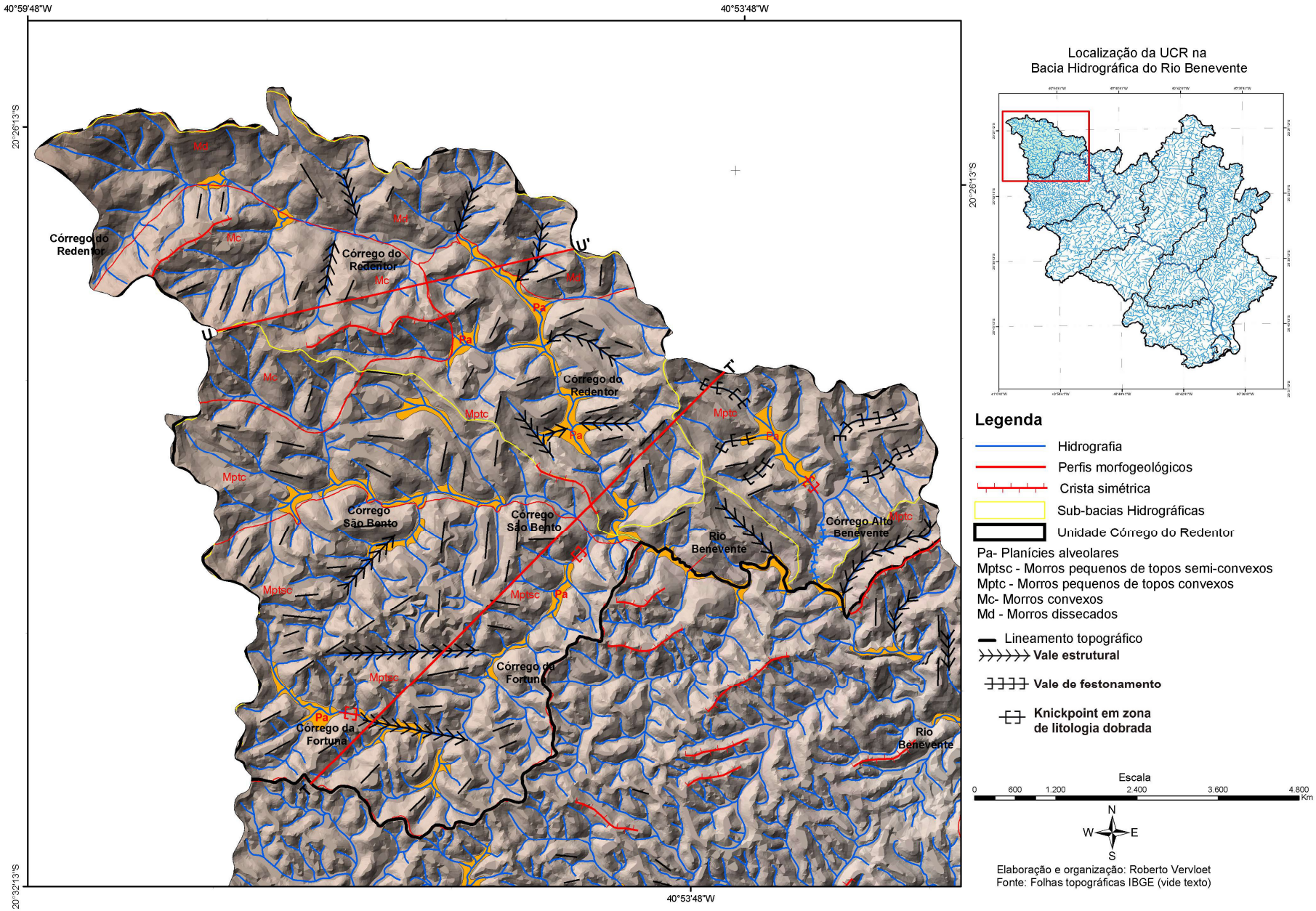


Figura (100). Modelo digital de terreno da Unidade Córrego do Redentor – UCR.

Estes dois conjuntos de formas de relevo se diferenciam devido a uma característica de percepção muito sutil, que esta relacionada a geometria de seus topos, podendo ser melhor compreendida pela visualização do perfil morfogeológico T – T' da fig. (101).

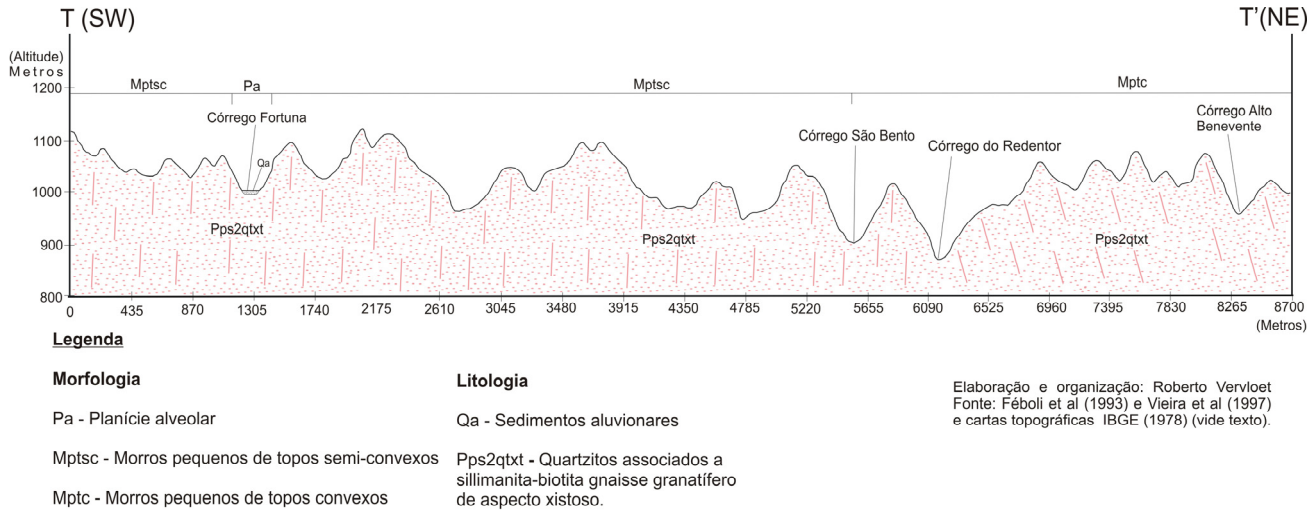


Figura (101). Perfil morfogeológico T - T' - UCR.

Os morros pequenos de topos convexos se distribuem por uma faixa onde a concentração da drenagem é menor e de dissecação linear mais pronunciada, conferindo uma fácies desnudacional de maior intensidade. Isso implica em maior grau de convexização das formas, resultando em topos de geometria mais convexa, aliado, é evidente, sobre uma diferenciação na faciologia litológica, que de certa forma determina estes condicionantes.

Embora estes relevos estejam posicionados sobre uma única unidade litológica, composta predominantemente de rochas quatzíticas (Pps2qtxt), há, muito provavelmente, uma variação da fácies rochosa para rochas mais gnáissicas nestes terrenos, que não aparece nos mapas litológicos, devido a questão de escala.

Esses morros são dissecados pelas drenagens do Córrego Alto Benevente e Córrego do Redentor, que são canais que respondem pela formação de planícies alveolares, embutidas entre esses morros e desenvolvendo-se a montante de knickpoints, que não deixam de marcar o nível de base local.

Assim como na unidade anterior existe a gênese de uma importante planície alveolar de confluência fluvial, que esta em processo de evolução, na confluência do Córrego da Fortuna com o Córrego São Bento, formadores do Rio Benevente.

Embora seja menor em área e derivada da bifurcação de dois canais fluviais, diferentemente da planície alveolar do Rio Maravilha, que se origina na bifurcação de três rios, esta planície tem sua importância residente no fato de que ela também marca o nível de base regional a montante desta confluência. Ao mesmo tempo, sua dinâmica de desenvolvimento e entalhamento é quem controla as fácies de dissecação da drenagem nos setores de relevos que estão posicionados a montante deste local. Por não termos tido acesso a esse importante local, não sabemos se a mesma apresenta sua superfície reafeiçoada por estágios diferenciais de entalhamento, como ocorre em muitas outras planícies.

Os morros de topos semi-convexos, por sua vez, é o segundo maior conjunto de formas de relevo em área que ocorre nesta unidade, estando profundamente associados a um setor de maior concentração da drenagem em que há diminuição acentuada dos espaços interfluviais. Esses interflúvios se posicionam sobre uma faixa altimétrica que vai de 950 a 1100 metros de altitude.

Também estão relacionados à mesma unidade litológica, que compreende rochas predominantemente quartzíticas (Pps2qtxt), no entanto, sem variação para uma fácies mais gnáissica. Essa maior concentração da densidade da drenagem sobre rochas quartzíticas, resulta relevos com morfologia de morros pequenos, em que os topos se apresentam de geometria não totalmente convexizada, e/ou arredondada, mas, sim, de natureza semi-convexa, como se vê pelo perfil T – T' da fig. (101).

Poderiam também ser designados de morros pequenos de topos semi-aguçados, pois os mesmos estão configurados em uma zona de transição para morros de topos aguçados. Entretanto, devido ao fato de terem uma configuração mista, entre morros com os topos mais convexos e morros de topos semi-convexos, estes de configuração mais hegemônica, devem ser compreendidos como semi-convexos.

Essa zona de transição entre fácies diferentes de dissecação pode ser mais bem visualizada, pela observação do MDT dos vales do Córrego da Fortuna e Córrego Redentor, na fig. (102), onde também se observa uma notável tenuidade na percepção da diferença morfológica dos grupos de formas nesta porção da unidade.

Concomitantemente a variação nas características morfológicas das formas do terreno, há uma mudança, que podemos considerar como gradual e perfeitamente distinguível, na densidade da drenagem. Aliás, devemos até considerar, que a mudança morfológica do terreno se deve a variação dessa densidade de drenagem, e não o contrário, estando esta, certamente, condicionada pelas características litológicas e história tectônica da sub-superfície.

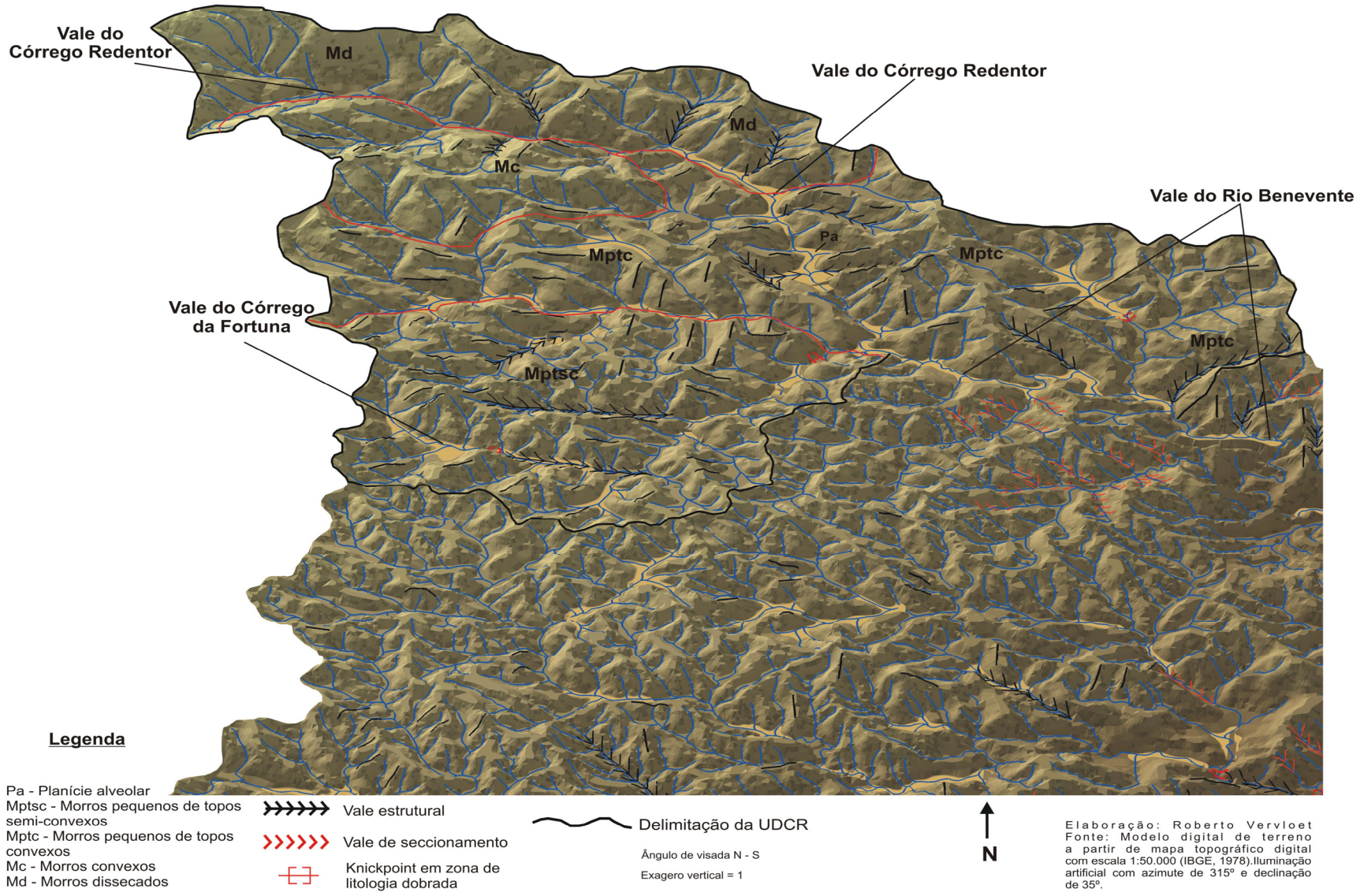


Figura (102). Modelo digital de terreno dos vales do Córrego da Fortuna e Córrego Redentor

Como não tivemos acesso a esses setores, ficaremos devendo, no que diz respeito a relação que há entre esses condicionantes, que devem ser observados de forma *sctritu sensu.* A simples visualização no campo de pontos com locais de ocorrência de fraturas e/ou juntas em afloramentos rochosos, nos daria um relativo conforto sobre melhores considerações desses fatos. Entretanto, tal procedimento deverá ser investigado somente no futuro.

Os outros grupos de formas que são mapeados nesta unidade são os morros convexos e os morros dissecados.

Os morros convexos se configuram como um pequeno conjunto de morros com característica morfológica arredondada, que formam, visto em planta, um polígono de características sub-arredondadas, localizados na porção centro-noroeste da unidade.

Estes morros convexos fazem parte de um único maciço, em que os topos são de topografia simétrica, sendo seccionado em diversos quadrantes, por drenagens de primeira e segunda ordem, que são responsáveis pelas cabeceiras de drenagem, dos trechos de alto curso das sub-bacias citadas.

Através da visualização do perfil morfogeológico U–U', da fig. (103), posicionado na direção WSW – ENE, (vide MDT da unidade) se apresentam com vários segmentos de topos em geometria sub-convexa a convexa, localizados em cotas que vão desde 1050 a 1350 metros de altitude, em rochas, predominantemente, gnáissicas (Pps2).

De outro lado, sobre um conjunto de terras mais baixas, localmente falando, e situados na parte esquerda do vale do Córrego Redentor, aparecem os morros dissecados, que embora também sejam de morfologia com elementos convexos, devido ao caráter de rebaixamento dos níveis hipsométricos, levado, a efeito por processo de dissecamento, são classificados como morros dissecados.

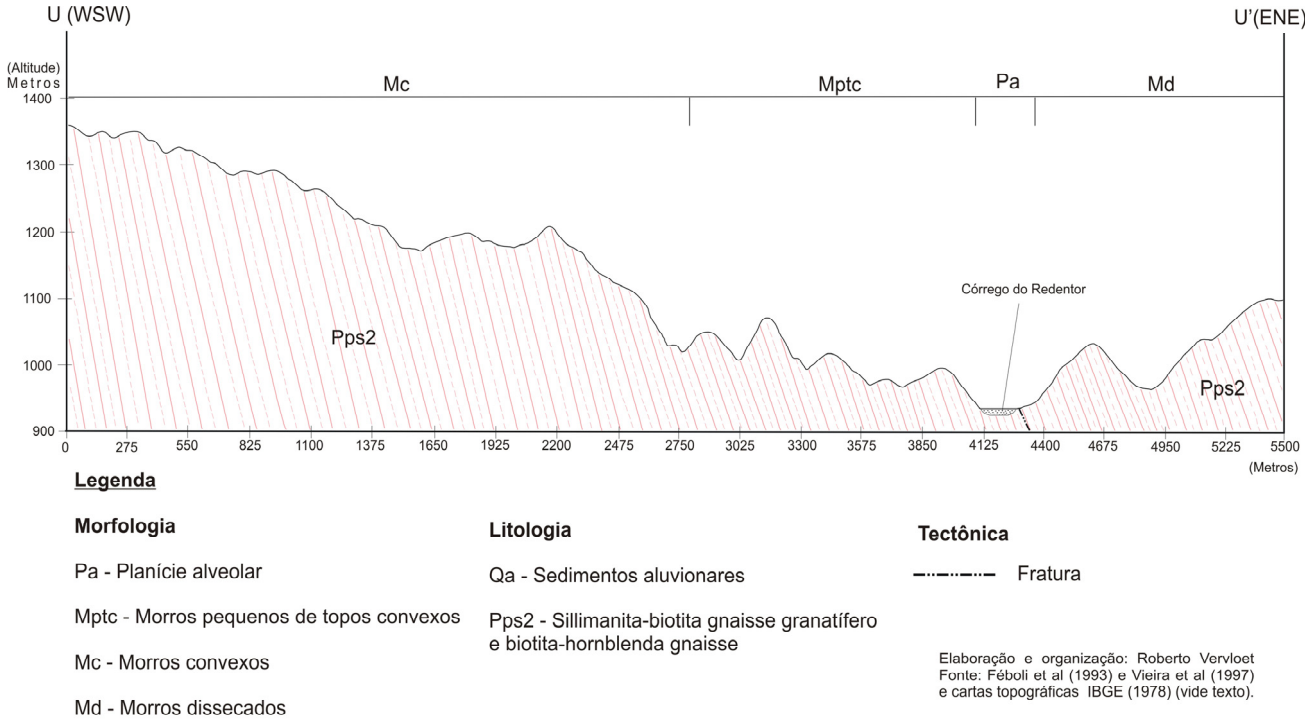


Figura (103). Perfil Morfogeológico U - U' - UCR

Em alguns pontos esses morros possuem vertentes tão inclinadas, que se torna fácil confundi-los com escarpas dissecadas. Tal fato se deve ao encaixamento do Córrego Redentor, sobre uma pequena falha transcorrente dextral de extensão curta, que aparece nesta região.

Por estar encaixado e elaborando uma dissecação linear em vale retilíneo, este córrego acaba por elaborar vertentes mais inclinadas, que se dispõe de forma ligeiramente escarpada.

Estes morros dissecados se projetam de uma altitude de cerca de 950 metros, a partir do fundo de vale de planícies alveolares, até 1100 metros de altitude, configurando os divisores de água das drenagens que vão ter diretamente ao Córrego Redentor na sua margem esquerda.

Neste contexto geomórfico em que há a fase inicial de uma dissecação mais linear e acentuada dos canais de ou acima de terceira ordem de drenagem, não responde somente por uma variação morfológica das formas da paisagem, mas, também, pela gênese embrionária de pequenos vales estruturais e formação de vales de festonamento, após uma etapa anterior de seccionamento das estruturas.

Concomitantemente, nesses dois sub-compartimentos de formas de relevo, também se desenvolvem planícies alveolares ao longo dos leitos dos principais rios, já citados. Algumas planícies, devido à escala adotada no mapa geomorfológico, não puderam ser mapeadas. Mas elas se fazem presentes nos pequenos tributários dos rios maiores.

A UCR apresentou os seguintes dados, com relação aos parâmetros hidrográficos, que estão na tabela 26.

Tabela 26 – Dados dos Parâmetros Hidrográficos Numéricos da UCR

	Unidade Córrego do Redentor - UCR	Parâmetros Hidrográficos: Área (m²)	Ordem	Dd	Dh	Cm (m²)	Eps (metros)	Rb	Rlm	Rlb	K	C
Sub-bacias e áreas de drenagem direta representativas	Córrego Redentor	29.074	4°	3.180	4,98	314	156	4,99	4,663	0,765	1,547	0,418
	Córrego da Fortuna	31.249	5°	3.680	6,88	271	135	3,75	1,721	0,401	1,328	0,568
	Córrego Alto Benevente	7.635	4°	3.150	4,84	317	158	3,11	1,406	0,459	1,346	0,551
	Áreas de drenagem direta	5.226	-	1,109	2,25	901	450	2,50	0,526	0,210	-	-
	UCR	73.184	-	3.310	5,68	302	151	4,18	1,855	0,430	1,681	0,353

Dd – densidade de drenagem, Dh – densidade hidrográfica, Cm – coeficiente de manutenção, Eps – Extensão do percurso superficial, Rb – razão de bifurcação, Rlm – relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem, Rlb – relação entre o índice de comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação, K – fator de forma e C – índice de circularidade.
Organização: Roberto Vervloet.
Fonte: cartas topográficas do IBGE (1978).

Esta unidade é composta de três sub-bacias que apresentam dados numéricos que vão diferenciar conforme a litologia dos terrenos.

Nota-se que a Dd de duas das três sub-bacias são relativamente próximas, junto com a Dh, Cm e Eps, ou seja, as sub-bacias do Córrego Redentor e Córrego Alto Benevente, embora com áreas territoriais bem distintas, possuem esses índices com valores próximos, ao passo que o Córrego Fortuna apresenta diferenças mais acentuadas para estes mesmos índices.

Essa discrepância que há nos valores destes dados vai ser o resultado da maneira como evolui, diferencialmente, esses sistemas hidrográficos sobre rochas que constituem características litológicas distintas.

As sub-bacias de menor Dd, Dh, Cm e Eps se desenvolvem sobre os gnaisses Pps2 e os canais que formam as drenagens da sub-bacia do Córrego da Fortuna se instalaram sobre os quartzitos Pps2qtxt. São rochas que possuem graus diferentes de fraturamento, que, portanto, refletem nos valores dos elementos hidrográficos.

Essa diferença irá ocorrer também em termos de processos hidrológicos, pois o Córrego da Fortuna apresenta valores de K (1,328) e C (0,568) indicando uma rede de drenagem mais próxima do formato circular. O que revela uma sub-bacia onde a liberação do deflúvio é menos acentuado, propiciando a formação de áreas mais sujeitas a inundações.

Nota-se que há uma anomalia no dado de Rlm (4,663) da sub-bacia do Córrego Redentor que configura um valor altíssimo. Esse dado é conseqüência da extensão, em comprimento, do curso de quarta ordem do Córrego Redentor, controlado por uma falha, onde o mesmo percorre um trecho encaixado, constituindo um valor alto do segmento de quarta ordem. Fato que puxou o valor discrepante deste dado.

Os três canais escolhidos para aplicação dos índices SL, S e perfil longitudinal foram o Córrego Redentor, Córrego da Fortuna e Córrego Alto Benevente. Eles constam nas figuras (104,105 e 106) e tabelas 27, 28 e 29.

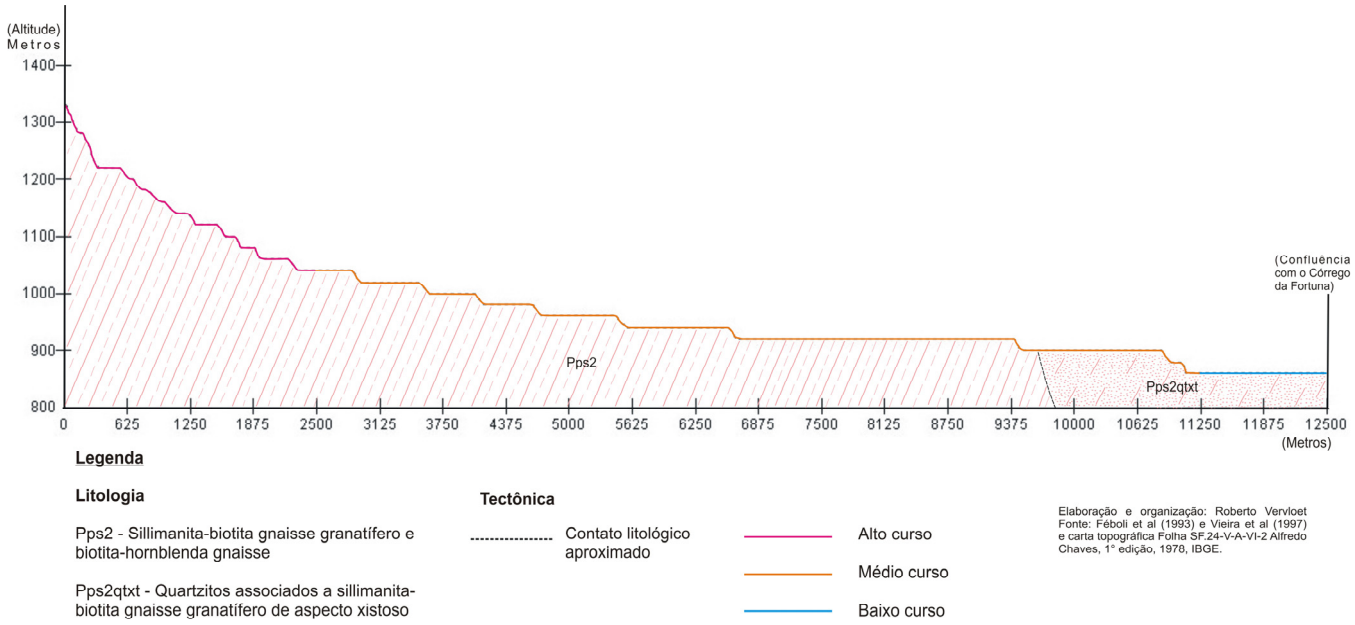


Figura (104). Perfil longitudinal do Córrego do Redentor

Tabela 27 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) do Córrego do Redentor		
Alto curso – Cota máx.– 1360 m Cota mín. – 1.020m Extensão – 2.500 m. Amplitude – 340 m. SL = 340 S = 0,1360 m / m	Médio curso – Cota máx. – 1.020m. Cota mín. – 840 m. Extensão – 8.750 m. Amplitude – 180 m. SL = 141,42 S = 0,0206 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 840 m. Cota mín. – 830 m. Extensão – 1.250 m. Amplitude – 10 m. SL = 95 S = 0,0080 m / m

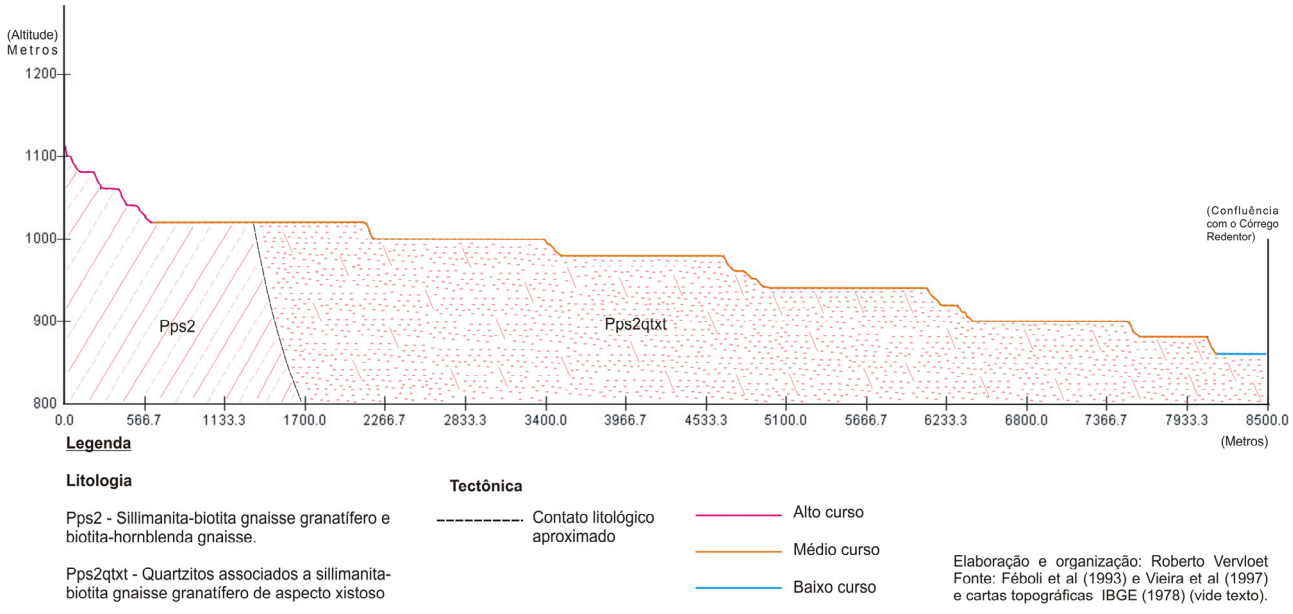


Figura (105). Perfil longitudinal do Córrego Fortuna.

Tabela 28 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) do Córrego Fortuna		
Alto curso – Cota máx.– 1.130 m Cota mín. – 1.020m Extensão – 566,70 m. Amplitude – 110 m. SL = 110 S = 0,1941 m / m	Médio curso – Cota máx. – 1.020m. Cota mín. – 840 m. Extensão – 7.650 m. Amplitude – 180 m. SL = 103,33 S = 0,0235 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 840 m. Cota mín. – 840 m. Extensão – 283,30 m. Amplitude – 0 m. SL = 29,50 S = 0,0353 m / m

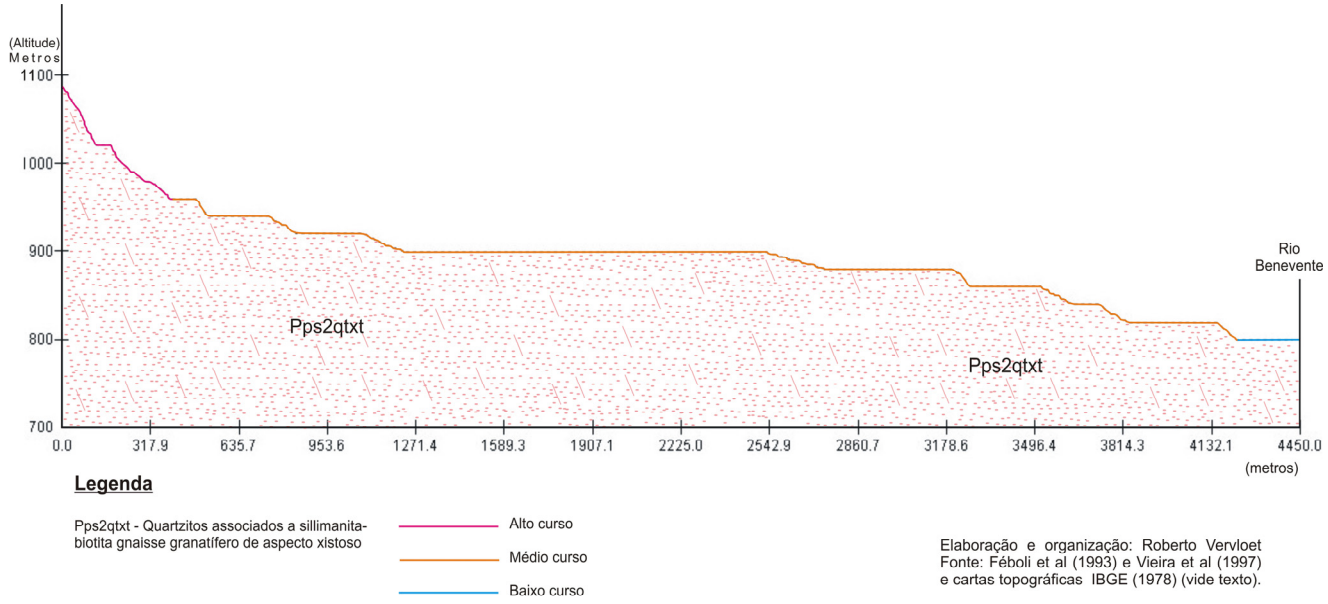


Figura (106). Perfil longitudinal do Córrego Alto Benevente.

Tabela 29 – Valores dos Índices de Gradiente do Canal (SL) e Índice de Declividade Fluvial (S) do Córrego Alto Benevente.		
Alto curso – Cota máx.– 1.090 m Cota mín. – 960 m Extensão – 400 m. Amplitude – 130 m. SL = 130 S = 0,3250 m / m	Médio curso – Cota máx. – 960 m. Cota mín. – 780 m. Extensão – 3.811 m. Amplitude – 180 m. SL = 108,89 S = 0,0472 m / m	Baixo curso – Cota máx. – 780 m. Cota mín. – 780m. Extensão – 239 m. Amplitude – 0 m. SL = 18,11 S = 0 m / m

O Córrego do Redentor configura um perfil muito próximo de uma parábola, em que o trecho de médio curso constitui um escalonamento com rupturas e segmentos que vão aumentando de extensão, na medida em que há diminuição da declividade do canal.

Notar que o alto curso apresenta rupturas com trechos de extensão relativamente parecidos, configurando uma importante regularidade, que é quebrada a partir do médio curso. O baixo curso deste córrego é de extensão muito curta, quando comparado aos outros trechos, sendo, como acontece com vários dos outros rios analisados de declividade muito baixa.

Observa-se que há uma diferença importante nos valores de SL (340 e 141,42) para os trechos de alto e médio curso, respectivamente. No alto curso ocorrem rupturas de extensão muito curta, configurando uma declividade alta no trecho, atestada pelo valor de declividade S (0,1360 m/m). Ao mesmo tempo no médio curso os valores sofrem uma significativa queda, devido a extensão do mesmo, ocasionada por rupturas com segmentos maiores em comprimento, configurando um setor com diminuição relativa do poder erosivo do canal.

O córrego da Fortuna, por conseguinte, tem um perfil muito diferente do Córrego Redentor, por ter um traçado que se afasta em muito de algo parecido com uma parábola, com se vê em seu perfil.

Há uma desproporcionalidade significativa comparando-se o médio com o alto e baixo curso, ou seja, o médio curso se estende por uma extensão muito maior do que a que ocorre nestes dois trechos.

Digna de nota é a seqüência de rupturas que caracterizam o traçado do médio curso deste córrego. Apresenta-se com uma regularidade apreciável nos segmentos de

ruptura, em termos de extensão, ou seja, todos os segmentos possuem uma extensão de comprimento, aproximadamente, similar. Não menos importante, é o traçado da linha do perfil, a partir dos locais de ruptura, demonstrando também uma declividade muito regular, após essas interrupções do perfil.

Vê-se por essa tabela que não há grandes discrepâncias nos valores, tanto de SL quanto de S, seguindo-se na seqüência de alto para o baixo curso. Isto demonstra uma perfeita correspondência com o traçado da linha do perfil, e com a tendência geral de decaimento dos valores na referida seqüência, ou seja, o poder erosivo fluvial diminui dos trechos mais declivosos para os de menor inclinação, revelando que os sub-compartimentos de relevo, neste sentido, serão mais dissecados pelo canal.

O córrego Alto Benevente possui um perfil muito parecido com o Córrego da Fortuna, embora seja um rio que tem a metade da extensão deste. Ambos apresentam um perfil em que o canal é fortemente influenciado pelos quartzitos da unidade Pps2qtxt.

O trecho de médio curso deste córrego, apresenta rupturas com segmentos que tem comprimento muito similar em extensão, exceção seja feita ao segmento que vai do quilômetro 1.271 até 2.542, que é mais extenso, todos os outros configuram uma regularidade muito parecida com o médio curso do Córrego da Fortuna.

Os trechos de alto e baixo curso destes dois córregos também são muito parecidos, embora não sejam as mesmas rochas que caracterizam o embasamento de ambos.

Entretanto, pode-se perceber que os quartzitos da unidade Pps2qtxt, interferem fortemente na dinâmica de tais rios, controlando as rupturas e segmentos, que se desenvolvem neles.

Dessa forma percebe-se um escalonamento sistemático que acaba por determinar os níveis de base locais, que por sua vez, interferem na dinâmica de evolução das vertentes dos grupos de formas que caracterizam os relevos destas sub-bacias. Portanto, estes grupos de formas se diferenciam fortemente em termos de compartimentação, morfologia e morfometria, ocorrentes nessas duas respectivas sub-bacias que apresentam perfis parecidos, como já demonstrado anteriormente, via análise por MDT da unidade.

Nota-se que, como também ocorre no córrego anterior, neste há uma diminuição dos dados na seqüência de alto para o baixo curso, configurando um decréscimo no poder erosivo na medida em que há diminuição da inclinação, aventada pelos dados de declividade (S) dos respectivos trechos.

Há, portanto, um controle dos dados numéricos, tanto fluviais quanto hidrográficos que é, por conseqüência, um reflexo do controle litoestrutural que ocorre na natureza fluvial destes terrenos, caracterizando um padrão de comportamento geomórfico na relação destes canais com as estruturas e relevos destes setores.