

## **EVOLUÇÃO DA REDE DE DRENAGEM CONTROLADA POR NÍVEL DE BASE REGIONAL E EVIDÊNCIAS DO PROCESSO DE CAPTURA FLUVIAL, NO MÉDIO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL.**

CASTANHEIRA M.V.S.<sup>1, 4</sup>

<sup>1</sup>UFRJ; [marcastanheira@pop.com.br](mailto:marcastanheira@pop.com.br); <sup>4</sup>Morfotektos

FREITAS, M.M.<sup>2, 4</sup>

<sup>2</sup>PUC-Rio; <sup>4</sup>Morfotektos

SARTI, T.P.<sup>3, 4</sup>

<sup>3</sup>UERJ; <sup>4</sup>Morfotektos

### **RESUMO**

O Orógeno Brasileiro e o processo de Rifteamento dos continentes africano e sul-americano são os principais responsáveis pela atual estruturação geológica da faixa móvel Ribeira, que pode ser dividida em cinco terrenos tecno-estratigráficos: Ocidental, Paraíba do Sul, Embu, Oriental e Cabo Frio. A área de estudo, médio vale do rio Paraíba do Sul, está inserida no Terreno Klippe Paraíba do Sul e no Domínio Juiz de Fora – Domínio Estrutural do Terreno Ocidental. As duas áreas têm como principal período formador a colisão II *ca.* 580 Ma (605-560Ma) (Heilbron *et al.*, 2004). Geograficamente, a área de estudo está localizada no limite inter-estadual entre Rio de Janeiro e Minas Gerais, próximo à cidade de Sapucaia – RJ. Foram escolhidas para o estudo bacias de drenagem localizadas a montante do estreitamento do rio Paraíba do Sul (próximo à cidade de Sapucaia) que estariam reguladas por esse nível de base regional. Foram elaborados: mapa de depósitos fluviais; perfis topográficos laterais; gráfico de orientação da rede de drenagem e rosetas das estruturas geológicas (fraturas e foliação); mapa geológico. Observações de campo e mapeamentos Geológico-geomorfológicos mostram uma relação muito próxima entre a disposição dos canais fluviais e as estruturas litológicas, demonstrado nas rosetas de orientação de estruturas geológicas e dos canais fluviais, marcando os seguintes direcionamentos principais: NNE-SSW (foliação), N-S (falhas), além de NW-SE e NE-SW (fraturas). Outra característica que chama atenção é a presença de *knickpoints* num mesmo nível altimétrico, mas em bacias diferentes, mostrando, possivelmente, uma relação regional entre geologia e esses reguladores do nível de base hidrológico. Foi observado que as estruturas mais resistentes como os granitóides do complexo de Anta ofereceram maior resistência às taxas de recuo erosivo dos canais, gerando bacias de menor área e grande amplitude de relevo. As estruturas marcantes nessa litologia foram os únicos planos de fraqueza oferecidos pela rocha para o recuo erosivo. No entanto, quando comparadas às bacias tributárias da outra margem do rio Paraíba do Sul, nota-se um recuo muito maior sobre metassedimentos do grupo Paraíba do Sul, e a ocorrência de *knickpoints* em ortogranulitos do domínio tectônico Juiz de Fora. Este trabalho também faz uma relação entre os elementos já citados e a ocorrência de capturas fluviais, indicadas através de algumas evidências, que vem sendo um dos principais processos de evolução do relevo na área.

Palavras chave: Médio vale do rio Paraíba do Sul, Controle estrutural, *Knickpoint*, Captura fluvial.

### **INTRODUÇÃO**

A reorganização dos blocos crustais, associadas à heterogeneidade litológica, define uma dissecação diferencial dos sistemas de drenagem com uma compartimentação geomorfológica atrelada à ocorrência de *knickpoints*. Neste sentido, é possível perceber que regionalmente, na área de estudo, há um controle da dissecação do rio Paraíba do Sul e seus afluentes por um *knickpoint* formado no estreitamento do rio, próximo à cidade de Sapucaia-

RJ, em forma de corredeira. Este nível de base possui altitude de 220m, regulando aí a dissecação das bacias para montante.

Segundo Coelho Netto (2003), a influência erosiva de um nível de base não fica restrita a detonar knickpoints, ela age em toda a bacia, chegando às cabeceiras de drenagem, e muitas vezes além dos divisores de drenagem, influenciando vales suspensos a partir de capturas fluviais pela erosão regressiva das cabeceiras.

Influenciadas por esses processos, as bacias da área de estudo parecem estar ainda em fase de adaptação ao nível de base regional (estreito de Sapucaia).

Nesse sentido, a pesquisa tem como objetivo analisar a evolução da rede de canais a partir de capturas de drenagem, decorrentes da definição de um novo nível de base regional, em bacias tributárias no médio vale do rio Paraíba do Sul.

## **ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo é formada por nove bacias de drenagem tributárias do rio Paraíba do Sul, localizadas em seu médio vale. Cinco bacias estão na margem sul do vale, próximas às cidades de Anta e Sapucaia, no estado do Rio de Janeiro, e as outras quatro fazem parte da margem norte do vale do rio Paraíba do Sul, já no estado de Minas Gerais.

O canal principal é condicionado por estruturas geológicas formadas, principalmente, pelo orógeno Brasileiro e o rifteamento Cenozóico, ficando, na sua maioria, confinado entre a Serra do Mar e a da Mantiqueira, no *graben* do Paraíba do Sul.

A região tem a predominância do relevo de colinas, caracterizado pela presença de morrotes isolados com feições côncavas e convexas, e com o relevo aumentando sua amplitude quanto mais próximo de suas cabeceiras. Praticamente, toda a vegetação da área é constituída de pastos, com raríssimos fragmentos de Mata Atlântica secundária.

## **METODOLOGIA**

Os procedimentos adotados são apresentados por produto, a seguir:

Mapa de depósitos fluviais - Feito a partir de visão estereoscópica de fotografias aéreas, ano de 1976 e escala de 1:30.000 e digitalizado por meio do programa *ArcView*.

Perfis laterais – elaborado com base na carta topográfica na escala 1:50.000 do IBGE (1976, reduzidos para a escala de 1:100.000 e digitalizados com o auxílio do programa *Paint* (Windows).

Mapa de drenagem – Digitalizado pelo programa *ArcView*, através da carta topográfica de escala 1:50.000 do IBGE (1976).

Gráficos de orientação da rede de drenagem e rosetas das estruturas geológicas – Elaborados sobre o mapa da rede de drenagem na escala 1:50.000, cobriu-se a extensão dos segmentos de drenagem das bacias pertencentes à área de estudo, tendendo a retilinizá-los, marcando com cores diferentes as direções predominantes (N-S, NE-SW, E-W e NW-SE) . A partir da soma de segmentos de mesma orientação calculou-se suas representações em percentuais e assim foram plotadas em gráfico de valores concêntricos.

Foram também, em trabalhos de campo, amostradas as medidas das estruturas geológicas, fraturas e foliação, ocorrentes nos knickpoints. Foram medidos, por bússolas geológicas, os ângulos de mergulho (*dip*) nas estruturas encontradas nas rochas expostas. Esses dados foram então tratados no programa *Stereonet* e transformados em rosetas de orientação dos *strikes* da foliação e de fraturas.

Mapa geológico - Digitalizado a partir da base cartográfica do laboratório Tektos (1:50.000), do Departamento de Geologia da UERJ, com o auxílio do software *ArcView*.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Estudos de Dantas (et al., 1995), entre outros, já indicavam a íntima relação entre a lito-estrutura e a formação de knickpoints no vale do Paraíba, na região de Bananal - SP.

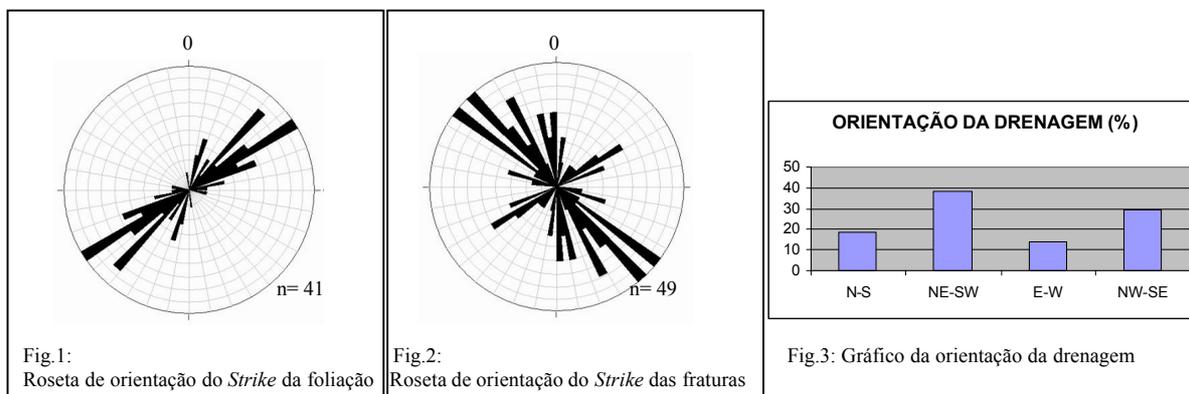
Portanto, acreditamos que a evolução da rede de drenagem tem íntima relação com a geologia, pois esta é quem compõe todo o embasamento sólido que sustenta a superfície terrestre. A água da chuva ao entrar em contato com essa superfície começa a interagir com os elementos litológicos e suas estruturas. Acreditamos que são as estruturas litológicas - principalmente falhas, fraturas e foliação - que acabam concentrando os fluxos de água com maior facilidade, devido à sua forma e também à fragilidade oferecida à ação intempélica e erosiva da água.

Na roseta do *strike* da foliação (fig.1) temos o domínio absoluto de sua ocorrência na direção NE-SW, com cerca de 70% do total das amostras e exatamente na direção mais

repetida dos canais fluviais, sobretudo dos principais, confirmando o trabalho de Almeida & Carneiro (1998), entre outros. Os outros valores são N-S e E-W possuindo uma porcentagem idêntica (próximo de 18%) e NW-SE sem nenhum registro dessa estrutura.

Diferente do anterior, o gráfico de *strike* de fraturas (fig.2), se apresenta um pouco mais homogêneo, onde o menor valor é da direção E-W, com 12,5%, seguido por NE-SW (18%) e N-S (22.9%). A direção que possui a maior ocorrência de fraturas é a NW-SE, com 45,8% do total de fraturas, o dobro do valor da direção N-S.

Verificamos que no gráfico da figura 3, a orientação da rede de drenagem é marcada pela concentração de canais formados nas direções NE-SW e NW-SE, que possuem os valores 38,2% e 29,45%, respectivamente, do total do comprimento da canais existentes na área de estudo. Chamamos atenção para o fato de ser exatamente nessas direções onde ocorrem os maiores valores no *strike* da foliação (fig.1) e das fraturas (fig.2).



Podemos então afirmar que existe uma relação direta entre o desenvolvimento de canais e as estruturas litológicas, que neste caso é marcada pela sobreposição de canais e fraturas na direção NW-SE e também de canais, e a foliação na direção NE-SW, a que apresenta maior concentração de canais. A maior ocorrência de canais orientados em NE-SW reside na coincidência do *strike* da foliação associado a ocorrência de uma significativa porcentagem de fraturas nessa mesma direção, orientando dessa forma, as drenagens principais, como o próprio rio Paraíba do Sul.

Os rios tributários a ele, que configuram-se como os principais das bacias em estudo, já seguem a estrutura NW-SE, associando-se às fraturas.

Como instrumento de análise das formas do relevo e da evolução dos canais tributários, também foram elaborados perfis laterais no vale do rio Paraíba do Sul na área de estudo. Objetiva-se com isso diagnosticar a feição erosiva gerada a partir do rebaixamento do nível de base de Sapucaia e do recuo remontante do pulso erosivo aí gerado.

Os três perfis laterais, junto aos perfis geológicos, foram traçados formando um ângulo quase perpendicular com o canal do rio Paraíba do Sul, a fim de valorizar a amplitude do relevo nas duas bordas de seu vale ao longo da área de estudo.

Podemos observar em todos os perfis (figs. 4, 5 e 6) a maior amplitude do relevo na margem sul do vale do Paraíba do Sul. Acreditamos que essa forma mais abrupta do relevo esteja diretamente relacionada ao embasamento geológico, onde a presença de rochas mais resistentes, principalmente o Complexo Anta, protege o relevo de processos de denudação mais eficazes. Outro comportamento marcante é a distância entre o canal do Paraíba e suas cabeceiras, visto que, com exceção do perfil 1, os topos do relevo estão mais próximos do canal nas bordas sul.

Podemos observar também que nessa região o canal do rio Paraíba do Sul tem a drenagem fortemente marcada pela estrutura geológica, onde a todo momento, no perfil geológico, seu canal está presente sobre a cor laranja, que representa ortogranulitos do Complexo Juiz de Fora. Nesse trecho essa rocha está submetida a uma zona de cisalhamento que mantém uma foliação marcante com mergulho vertical, gerando um nítido caminho para o rio Paraíba do Sul.

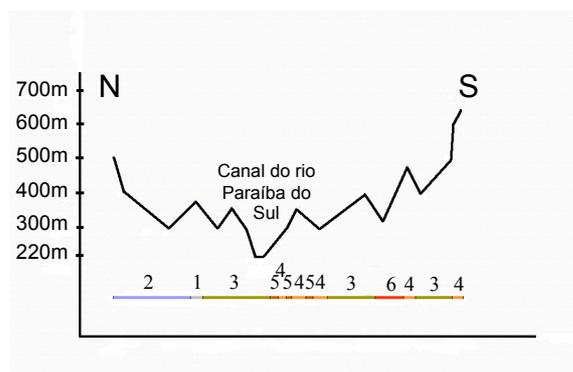


Figura 4: Perfil lateral 1, com perfil geológico (1- depósito quaternário; 2- Complexo Quirino; 3- Sucessão Paraíba do Sul; 4- Complexo Juiz de Fora; 5- Sucessão Andrelândia; 6- Complexo Anta).

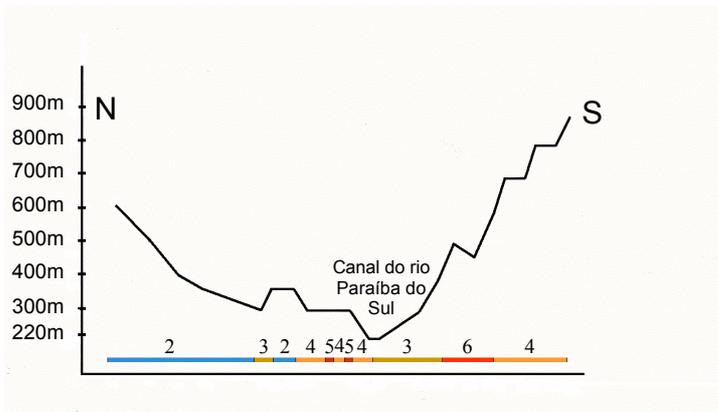


Figura 5: Perfil lateral 2, com perfil geológico (1- depósito quaternário; 2- Complexo Quirino; 3- Sucessão Paraíba do Sul; 4- Complexo Juiz de Fora; 5- Sucessão Andrelândia; 6- Complexo Anta).

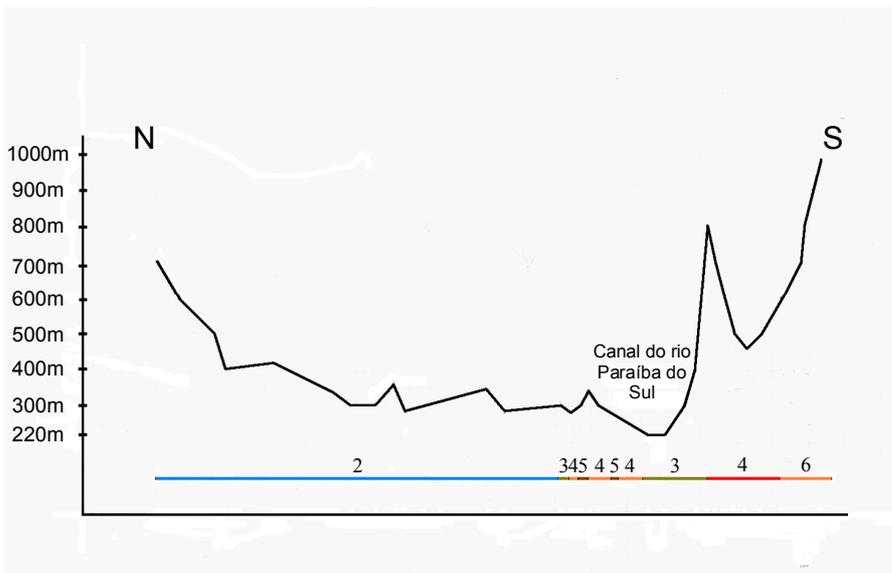


Figura 6: Perfil lateral 3, com perfil geológico (1- depósito quaternário; 2- Complexo Quirino; 3- Sucessão Paraíba do Sul; 4- Complexo Juiz de Fora; 5- Sucessão Andrelândia; 6- Complexo Anta).

As composições litológicas dos complexos citados são: Domínio Juiz de Fora: biotita granito porfirítico; granada chamo-enderbita; granito porfiróide foliado/milonítico, hornblenda granodiorito; silimatita granada biotita gnaisse + quartzito + calssilicáticas + anfíbolitos (Sucessão Andrelândia); ortogranulitos (Complexo Juiz de Fora). Domínio Paraíba do Sul: leucogranitos; biotita granito foliado a milonítico, granito portifirítico, leucogranito foliado; biotita gnaisse bandado + silimatita granada biotita gnaisse + silimatita biotita xisto + mármore + calssilicáticas + gondito (Sucessão Paraíba do Sul); hornblenda-biotita ortognaisses (Complexo Quirino) (Heilbron, *et. al*, 2004).

Acreditamos que a morfologia desse vale esteja diretamente relacionada à geologia local, onde a presença de rochas mais resistentes, principalmente granitos do complexo Anta (fig. 7), preservam por mais tempo o relevo da ação de denudação. Mas o corpo granítico desse complexo não apresenta continuidade linear devido a uma falha NW-SE localizada nas proximidades da malha urbana da cidade de Anta-RJ.

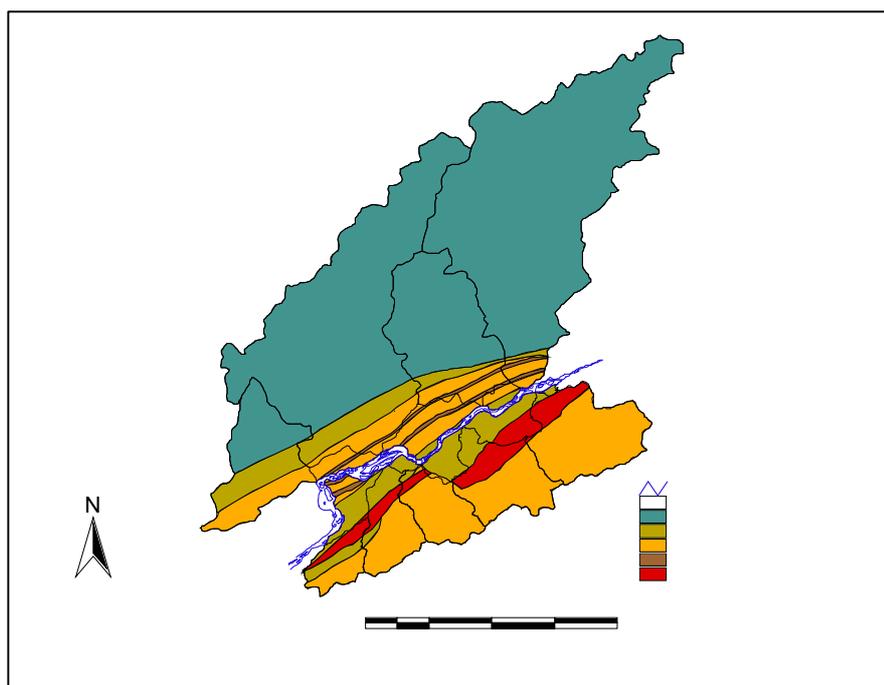


Figura 7: Mapa geológico (base cartográfica: laboratório Tektos).

Os tributários dispostos na margem norte do canal do rio Paraíba do Sul, possuem, em seus canais principais, uma morfologia bastante suave e alongada, principalmente até os 300m de altitude, e com o relevo aumentando sua amplitude somente quando bastante próximos de suas cabeceiras. Essas bacias possuem uma dimensão espacial muito superior às da margem sul, possivelmente devido ao domínio do complexo Quirino, que apresenta relativa suavidade em seu mergulho.

Trabalhos anteriores (Castanheira *et al*, 2005; entre outros) nos mostram que as bacias da margem sul, assim como as bacias da margem norte possuem knickpoints representativos em torna dos 300m de altitude, marcando a interrupção de longas áreas de sedimentação fluvial (alúvio), tanto a montante quanto a jusante da elevação de níveis de base.

No mapa de alvéolos (fig. 8) podemos observar uma presença maior de material depositado nas bacias da margem norte, com destaque para a bacia do rio Chiador, que tem o mais representativo alvéolo da região. Nas demais bacias da margem norte, deve-se destacar também a presença de significativos depósitos alveolares à montante e à jusante dos knickpoints situados nos 300m de altitude até o canal do Paraíba do Sul. No caso do Macuco-minerva há também a presença de alvéolos a montante desses níveis de base (300m), depositados pela diminuição da energia das águas no canal próximo ao knickpoint, que barra a passagem de sedimentos fluviais mais grosseiros (Dantas *et al*, 1995).

A disposição dos alvéolos no conjunto de bacias da margem sul é mais limitada, possivelmente devido a menor dimensão de seus canais e conseqüente menor área de contribuição para a geração de sedimentos. No entanto, vale lembrar que o acúmulo de sedimentos não está associado necessariamente ao tamanho da bacia, mas sim à capacidade de represá-los, ou em outras palavras, à diminuição da capacidade de transporte gerada pela presença dos knickpoints.

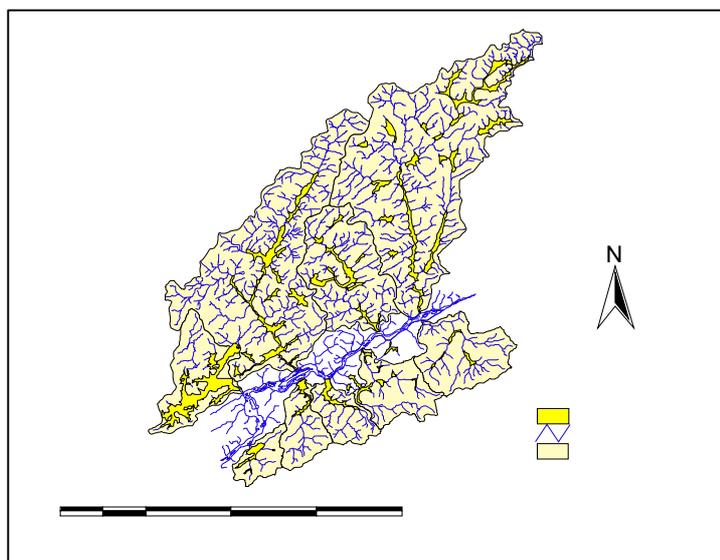


Figura 8: mapa de depósitos fluviais.

No caso do córrego São João (bacia sul) existe um alvéolo que se sobrepõe no divisor de sua bacia com a de outro tributário de menor expressão (fig. 9), o que nos chama a atenção para a possibilidade de antigamente ser esse o canal que drenava suas águas até o Paraíba do Sul, e que, por um processo de captura de drenagem, esse canal teria sido abandonado, junto

com o alvéolo, formando uma feição conhecida como *wind gap*<sup>1</sup> (Oliveira, 2005), que é uma conhecida evidência do processo de captura fluvial.

Essa mesma feição ocorre no divisor de drenagem entre os rios Macuco-Minerva e Chiador (fig. 9), nos fazendo pensar novamente na existência de um paleo-canal neste local correndo diretamente para o rio Chiador, que fora abandonado após a ocorrência do processo de captura fluvial. Em trabalhos de campo, foi observado que os dois locais apresentam um relevo bastante suave e alongado, característico de fundo de vale, com a presença dos grandes alvéolos, mas sem a presença de canais fluviais.

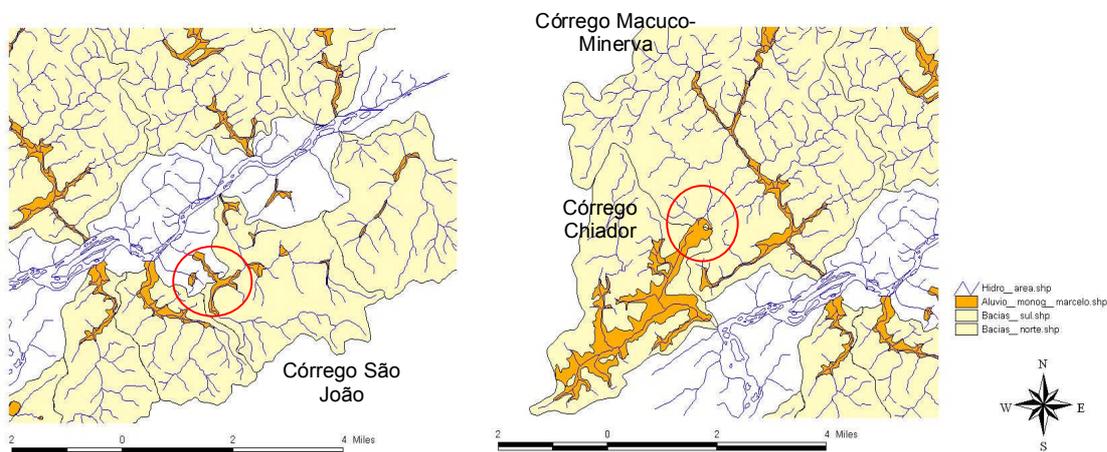


Figura 9: Ocorrência de alvéolos em divisores de drenagem – wind gaps.

## CONCLUSÕES

As estruturas e tipos litológicos estão atuando de forma marcante na evolução da rede de drenagem da região, sobretudo no recuo dos *knickpoints*. Desta forma, como geradores de níveis de base locais, os *knickpoints*, nas diferentes bacias, estão associados, também, aos processos de captura de drenagem, que tem como principais evidências a mudança abrupta da direção de seus canais tributários (córrego Macuco-minerva e córrego da Areia), presença de material alveolar em divisores de drenagem (córrego Macuco-Minerva e córrego São João), presença de *knickpoints* a cerca de 300m de altitude próximos de cotovelos na drenagem (córrego Macuco-Minerva e córrego da Areia), além da presença de terraços fluviais à montante dos cotovelos nos canais (córrego Macuco-Minerva).

<sup>1</sup> Vale fluvial abandonado, devido ao processo de captura de drenagem (Oliveira, 2005).

Esses processos de captura podem ter sido provocados pela junção de dois tipos de capturas, como os citados por Christofolletti (1981), captura por cabeceira e captura subterrânea. Talvez isso se deva primeiramente aos processos contemplados na teoria de Horton (1945) que defendia que a regressão das cabeceiras só poderiam ir até uma distância crítica dos divisores, e a partir de onde é mais provável que ocorra exfiltração de água por pirataria subterrânea, no caso de cabeceiras estruturais, como nos mostra Coelho Netto (2003).

Essas feições indicam que a área em estudo está, ainda, em fase de ajuste, ditadas por um novo nível de base, dado pelo estreito de Sapucaia. O estabelecimento desse novo nível de base regional acaba por gerar novas feições erosivas a todos as bacias dessa pesquisa, que por estarem ainda em fase de regulação a esse nível aumentam sua capacidade de erosão remontante, através de suas cabeceiras, rompendo com divisores e provocando capturas fluviais.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALMEIDA, F.F.M. de & CARNEIRO, C.D.R. (1998) “Origem e Evolução da Serra do Mar”. Revista Brasileira de Geociências, vol. 28(2): 135-150.
- CASTANHEIRA, M.V.S.; FREITAS, M.M.; COUTO, D.L.N. (2005b). “Rebaixamento de nível de base regional do médio vale do rio Paraíba do Sul e evidências dos processos de captura de drenagem”. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, pp. 3366-3373, São Paulo.
- CHRISTOFOLLETTI, A. (1981). Geomorfologia fluvial. São Paulo, Editora Edgard Blucher
- COELHO NETTO, A.L. (2003). Evolução de cabeceiras de drenagem no médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ): a formação e o crescimento da rede de canais sob controle estrutural. Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 4, N°2 (2003) 69-100.
- DANTAS, M.E.; EIRALDO SILVA, L.G.; COELHO NETTO, A.L. (1995). Níveis de base locais e estocagem de sedimentos nas bacias dos rios bananal (SP/RJ) e salto (RJ): controles geológicos e morfométricos. In: V Congresso da ABRQUA. Niterói/RJ, Anais, p. 176-182.
- HEILBRON, M.; PEDROSA SOARES, A.C.; NETO, M.C.C.; SILVA, L.C.; TROW, R.A.J.; JANASI, V.A. (2004). “Domínio da Mantiqueira” in “Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida”. Editora Beca, São Paulo-SP.
- Horton, R. (1945) Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative Geomorphology. Geol.Soc.Am.Bull.56: 275-370.
- OLIVEIRA, D. de. (2005). “Pequena revisão bibliográfica sobre capturas fluviais.” In Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, pp.2219-2225, São Paulo-SP.