

Relações entre anomalias de drenagem e atividades neotectônicas: um estudo comparativo de sub-bacias do rio Atibaia (SP)

Antonio Carlos Vitte. – Departamento de Geografia, UNICAMP, Campinas (SP), Brasil. CP 6152, CEP 13087-970. E-mail: vitte@uol.com.br.

Paulo Sérgio Monteiro da Costa. Mestrando em Geografia, UNICAMP, Campinas (SP), Brasil. CP 6152, CEP 13087-970.

1. Introdução

O município de Atibaia (SP) apresenta áreas colinosas suaves contendo depósitos plio-pleistocênicos truncados, que envolvem duas interpretações principais: uma deposição regional em paleoclima semi-árido com dissecação posterior generalizada pela rede de drenagem, ou situações deposicionais distintamente retrabalhadas e afetadas por neotectônica.

No contexto da última hipótese, o estudo da hidrografia pode contribuir para sua compreensão. Ela apresenta características muito distintas, com diferença acentuada entre suas formas, ramificações, áreas, vazões, larguras das várzeas, densidades de nascentes, comprimentos, desníveis, equilíbrios e assimetrias do canal principal, assim como sinais de condicionamento estrutural. Contrastam longos trechos aparentemente equilibrados com alguns desequilibrados, reentalhamento em alvéolos suspensos, formação de vales afogados, descentralizações localizadas e mudanças de curso do canal e importantes desníveis localizados.

Por meio do estudo das anomalias de drenagem de algumas sub-bacias da margem esquerda do rio Atibaia, busca-se estabelecer correlações com possíveis movimentações verticais recentes de blocos, relacionadas a neotectônica.

2. Objetivos

A presente pesquisa foi realizada como suporte a um projeto maior, que tem por objetivo contribuir para a compreensão dos mecanismos responsáveis pela formação dos pacotes coluviais presentes na área urbana de Atibaia (SP) e suas adjacências (**Figura 1**).

A área de interesse delimita-se aproximadamente pelo polígono formado pelo rio Atibaia a norte, pela serra de Itapetinga a sudeste, pelo divisor da sub-bacia do ribeirão do Onofre a sul e pelo ribeirão da Folha Larga a oeste, situado entre as latitudes 23°05'00" e 23°15'00" S e as longitudes 46°30'00" e 46°33'45" W.

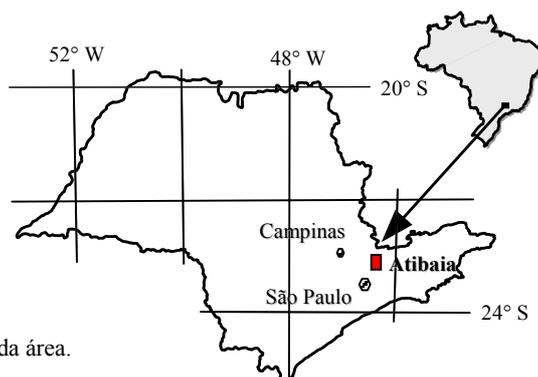


Figura 1: Localização da área.

As sub-bacias de interesse a esta pesquisa compreendem aquelas situadas na margem esquerda do rio Atibaia, a jusante do ribeirão da Laranja Azeda, até a do ribeirão do Onofre, inclusive.

3. Metodologia e procedimentos

Ao tratar da Geomorfologia do Quaternário, Ab'Saber (1969) a define como “... um campo científico que cuida da compartimentação da topografia regional, assim como da caracterização e descrição, tão exatas quanto possíveis, das formas de relevo de cada um dos compartimentos estudados. (...) num segundo nível (...) – procura obter informações sistemáticas sobre a estrutura superficial das paisagens, referentes a todos os compartimentos e formas de relevo observados. Através desses estudos, por assim dizer *estruturais superficiais*¹, e, até certo ponto estáticos, obtém-se idéias de cronogeomorfologia e as primeiras proposições interpretativas sobre a seqüência dos processos paleo-climáticos e morfoclimáticos quaternários da área em estudo. (...) em um terceiro nível, a Geomorfologia moderna cuida de entender os processos morfoclimáticos e pedogênicos atuais, em sua plena atuação, ou seja, procura compreender globalmente a fisiologia da paisagem, através da dinâmica climática e de observações mais demoradas e sob controle de equipamentos de precisão. (...)”

No escopo desta pesquisa buscou-se trabalhar basicamente no segundo nível metodológico definido por Ab'Saber (1969) e, embora de forma incompleta, contribui aos propósitos maiores considerados.

As microbacias hidrográficas dos afluentes situados na margem esquerda do rio Atibaia, desde o bairro de Guaxinduva até o bairro de Caetetuba foram delimitadas e medidas com uso de planímetro, curvímetro e meio translúcido sobre cartas topográficas em escalas de 1:50.000 e 1:10.000 (IGGSP, 1971; Gov.Est.S.P., 1979). A detecção de anomalias² e condicionamento estrutural da drenagem seguiram critérios idênticos aos dos trabalhos de Ferreira (2001) e Pires Neto (1991; 1996).

Procederam-se levantamentos de 6 perfis de córregos e ribeirões afluentes do rio Atibaia, em escala horizontal de 1:10.000 e exagero vertical de 2:1, a partir das respectivas cartas topográficas. As demais medições e cálculos referentes às bacias seguiram técnicas e métodos descritos nas notas da **Tabela 1**.

¹ Grifo do autor.

² Segundo Pires Neto (1996), “Uma drenagem é considerada anômala quando constitui uma discordância local do padrão da área que de modo geral é coincidente com a topografia e com a estruturação regional. Assim, o padrão esperado é considerado como normal, e os desvios como anomalias.”

Os trabalhos de campo visaram buscar na área os detalhes de interesse, várzeas, terraços, alvéolos, vales afogados e indícios de neotectônicas³, entre outros.

4. Caracterização e resultados

Situado cerca de 60 km a norte da cidade de São Paulo, o município de Atibaia possui área de 478 km² (Carvalho & Rotta, 1974), fazendo limites com Bragança Paulista, Piracaia, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã, Franco da Rocha, Francisco Morato, Campo Limpo e Jarinú, localizando-se sua sede aproximadamente a 23°07' S e 46°33'15" W.

O município insere-se na zona cristalina da Província Geomorfológica do Planalto Atlântico, com substrato predominante de idade proterozóica, composto por granitos, gnaisses e xistos, além de coberturas alúvio-colúvias consideradas plio-pleistocênicas. A área é entrecortada por falhas transcorrentes e normais, ocorridas a partir do Cretáceo.

Sua morfoescultura apresenta relevo montanhoso com altitudes acima de 1400 m contrastado com áreas de relevo suavizado, compostas pelas várzeas do rio Atibaia e alguns de seus afluentes, em níveis próximos dos 740 m, contornadas por colinas baixas ou mamelonares entre 800 e 900 m. Nas adjacências do perímetro urbano as colinas são suaves, com vertentes retilíneas e assimétricas (**Figura 2**).

O clima atual é caracterizado como tropical de altitude, intermediário entre Cwa e Cwb de Köppen, com verões chuvosos, invernos relativamente secos e temperaturas amenas no verão em função da altitude. A temperatura média no verão é de 21,8° C e no inverno de 17,1° C. A umidade relativa média é de 74% e o regime de ventos alterna-se entre calmarias e ventos predominantes de sudeste. A precipitação supera a evaporação, sendo os meses mais chuvosos dezembro, janeiro e fevereiro, e os mais secos junho, julho e agosto, embora a estiagem se prolongue de abril a setembro. A precipitação média anual varia entre 1300 e 1400 mm, sendo que os valores mais altos ocorrem na faixa a norte do rio Atibaia (Carvalho *et al*, 1975; Oliveira *et al*, 1985; CETESB, 1999; SIGRH, 2000).

Outra área de maior pluviosidade situa-se fora do município, na fachada sul da serra da Pedra Vermelha, mas com influências sobre as microbacias hidrográficas que se estabelecem sobre as zonas graníticas, especialmente a do rio Jundiaizinho e a do ribeirão dos Pintos, tributário do ribeirão do Onofre. As serras da Pedra Vermelha e de Itapetinga atuam como anteparo à movimentação das frentes frias, especialmente as marítimas, provocando chuvas orográficas nas vertentes S/SE, enquanto a vertente NW da serra de Itapetinga aparentemente recebe menor precipitação, devido ao efeito Föhn.

A vegetação nativa da área é representada por floresta latifoliada tropical, matas de galeria, manchas de vegetação de cerrado e exemplares isolados de vegetação de semi-árido, possivelmente remanescentes de paleoclimas mais secos. Apesar dos efeitos

³ Na concepção de Jain (1980), os movimentos neotectônicos podem ser contemporâneos, quando se manifestaram desde os tempos históricos até o presente, alcançando os últimos 6 mil anos, novíssimos, quando ocorreram entre o Neógeno e o Quaternário, podendo ter-se iniciado do final do Eoceno até o Mioceno Superior, mas aceito em nível global como iniciado no Oligoceno.

Pires Neto (1991) adota a proposta de Jain considerando que os limites temporais adotados coincidem com a terceira fase do Estádio de Reativação da Plataforma Brasileira, caracterizada por tectonismo atenuado e soerguimento epirogenético com desenvolvimento local de bacias de falha (Almeida, 1969).

antrópicos, ainda é possível observar que as fachadas S/SE da serra de Itapetinga apresentam vegetação mais densa, incluindo reflorestamentos, matas secundárias e manchas remanescentes da vegetação primitiva. A fachada NW, ao contrário, mostra vegetação escassa, parcialmente caracterizada como vegetação de cerrado, também predominante nas áreas colinosas baixas (Carvalho *et al*, 1975; Oliveira *et al*, 1985).

O rio Atibaia forma-se pela confluência em Bom Jesus dos Perdões dos rios Cachoeira e Atibaíinha. No trecho que atravessa a área desta pesquisa apresenta vazão média de 21,7 m³/s (CETESB, 1999), possui larga planície aluvionar com aproximadamente 1 km de largura e curso parcialmente meandrante.

Oliveira *et al* (1985) definiram o rio como superimposto, com traçado transversal às estruturas nordeste-sudeste, estágio senil e intensas meandrações, com pequenas bacias, braços mortos e paleolagos, facilmente observáveis em fotografias aéreas. Ao contrário, o condicionamento estrutural pode ser melhor observado nos seus afluentes (Almeida, 1964).

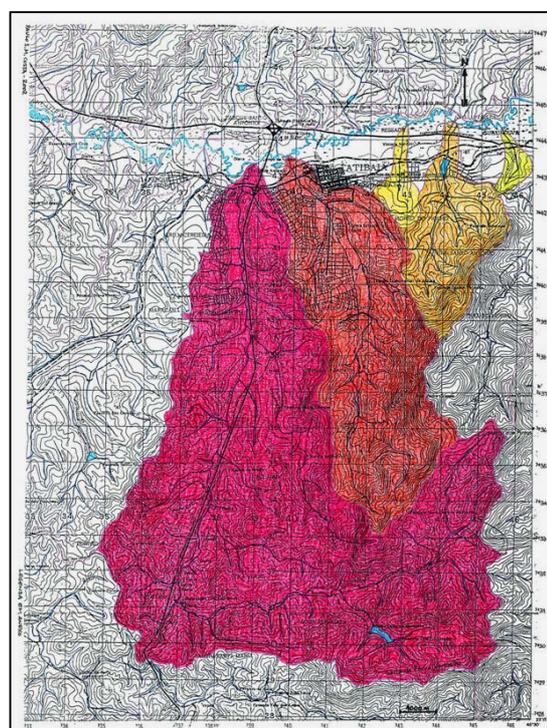
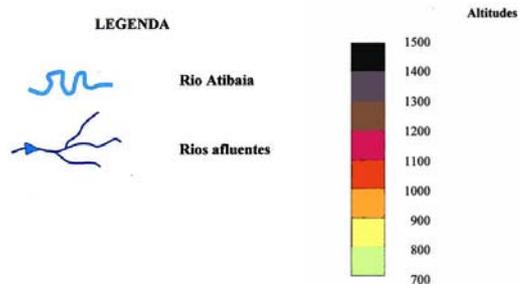
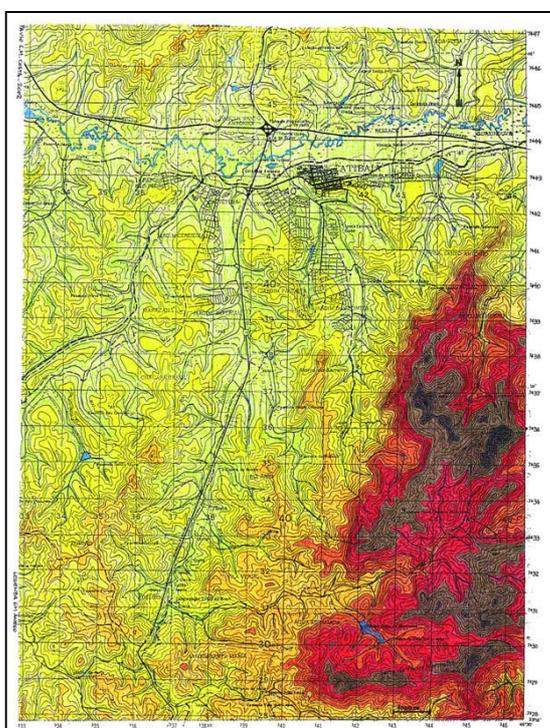


Figura 2: Mapa hipsométrico (Monteiro-da-Costa, 2002).

Figura 3: Sub-bacias do rio Atibaia (Monteiro-da-Costa, 2002).

No presente estudo verifica-se que o rio Atibaia tem um curso sinuoso com meandramento apenas parcial, escassos meandros abandonados ainda não preenchidos visíveis nas cartas utilizadas – todos na margem direita – e bruscas inversões de sentido, formando cotovelos e volteios anômalos. O curso busca o centro da várzea em apenas dois trechos, um dos quais mostra meandramento verdadeiro⁴ atualmente não muito desenvolvido defronte à área mais central da cidade. Os trechos a montante e jusante apresentam-se menos sinuosos, mas com características típicas de condicionamento estrutural. A montante do trecho meândrico, o curso segue encostado às vertentes abruptas da margem direita a norte, enquanto à jusante alterna de posição. O padrão do condicionamento estrutural varia bastante, com predominância para direções noroeste e nordeste, mas também norte-sul e leste-oeste.

Todos os afluentes estudados do rio Atibaia têm seus cursos de sul para norte e são predominantemente retilíneos nos seus canais principais. A delimitação dos divisores das sub-bacias do rio Atibaia e o traçado dos perfis dos cursos principais mostram que essas bacias são muito diferentes entre si, além de apresentarem em geral grande assimetria e características anômalas (**Figura 3 e Tabela 1**).

Tabela 1: Características dos ribeirões e respectivas bacias																
Ribeirão	Forma da bacia	L _c da bacia	Área da bacia (km ²)	Perímetro da bacia (km)	Amplitude da bacia H _m (m)	Desnível do canal principal (m)	Comprimento do canal principal (km)	Maior distância da embocadura (km)	Distância até o ponto mais alto da bacia (km)	Maior largura da bacia (km)	Coeficiente de simetria transversal da bacia (T)	Afluentes do canal principal		Canais de 1ª ordem		Nascentes / km ²
												Margem direita	Margem esquerda	Margem direita	Margem esquerda	
Observação	5	6	7	8	9	10	11	12		13						14

Guaxinduva	T	0,559	0,9	4,5	98	65	2,1	1,9	1,9	1,3	<0,1	1	0	1	0	2	2,22
Faz.Soberana	T	0,497	8,9	15,0	505	140	5,3	6,1	6,1	4,6	0,6	7	4	21	5	27	3,03
Loanda	R	0,667	2,6	7,0	142	45	2,6	3,1	3,1	1,8	0,1	0	0	0	0	1	0,38
Itapetinga	R	0,570	27,3	24,5	685	485	11,9	10,9	8,0	3,8	0,7	17	17	63	25	89	3,27
Onofre	T	0,376	79,7	51,6	655	105	15,1	15,1	10,3	11,7	0,5	21	22	250	83	334	4,19
(Pintos)	T	0,430	29,6	29,4	620	482	13,8	10,0	10,0	5,0	0,6	27	27	38	101	140	4,73

A ramificação da rede de drenagem geral da área apresenta-se de subparalela a paralela, chegando quase a pinada em algumas porções das bacias; apresenta diferenças notáveis entre a configuração dos afluentes de cada uma das margens, assim como entre as sub-bacias entre si, caracterizando diferentes padrões de anomalias.

A primeira sub-bacia, de leste para oeste, é a de um córrego na zona rural de Guaxinduva, com 2,1 km de extensão; nasce na extremidade baixa de nordeste da serra de Itapetinga, possui apenas 2 canais de 1ª ordem e área de 0,9 km², delimitando a longa colina da cidade e impondo-se sobre o ramo da falha de Camanducaia que margeia a serra.

A segunda sub-bacia, com 5,3 km de extensão; nasce na serra de Itapetinga, percorre a zona rural do Marmeleiro até o bairro Jardim dos Pinheiros; possui 27 canais de 1ª ordem e área de 8,9 km², também corta perpendicularmente a colina da cidade e impõe-se provavelmente sobre outra das ramificações da falha de Camanducaia.

A terceira sub-bacia, com 2,6 km de extensão; nasce no Morro do Piolho e atravessa os bairros da Loanda e Ressaca; é formada apenas por um canal de 1ª ordem, possui área de 2,6 km² e também corta perpendicularmente a colina da cidade.

A quarta sub-bacia é a do ribeirão Itapetinga, com 11,9 km de extensão e possui dois afluentes importantes, os córregos dos Pintos e da Figueira, que confluem a pequena distância um do outro em área deprimida muito próxima ao centro da cidade. O ribeirão Itapetinga nasce na serra de Itapetinga, percorre as zonas rurais de Itapetinga, Fazendas São Pedro e Santana, Granja Maristela e o vale do Flamboyant. A sub-bacia completa do

⁴ Sternberg (1957) define um rio meandrante como aquele que possui traçado coleante, modelando sua calha em terrenos aluvionares e descrevendo curvas em forma de "S", por meio de um processo contínuo de erosão e deposição, transferindo materiais das margens côncavas para as convexas a jusante. Para ele, o aspecto apenas sinuoso não caracteriza um curso d'água como meandrante, mas pode indicar influência estrutural. Os chamados meandros encaixados resultam de processos distintos dos verdadeiros processos de meandramento, diretamente vinculados ao aluvionamento.

⁵ Forma definida visualmente, sem utilizar a fórmula de Lee & Salle (1970, *apud* Christofolletti, 1980), sendo T = Triangular e R = retangular.

⁶ $I_c = \text{Índice de circularidade} = A_b / A_c$, onde: A_b = área da bacia; A_c = área do círculo com perímetro igual ao da bacia (Miller, 1953, *apud* Christofolletti, 1980).

⁷ Medida com planímetro.

⁸ Medido com curvímetero.

⁹ Diferença entre a maior e a menor cota da bacia, segundo Schumm (1956, *apud* Christofolletti, 1980).

¹⁰ Diferença entre a maior e a menor cota do canal principal.

¹¹ Comprimento total retificado do canal principal, medido com curvímetero.

¹² Segundo Christofolletti (1980).

¹³ Segundo Cox (1994, *apud* Ferreira, 2001).

¹⁴ Relação entre o número de nascentes, igual ao total de canais de 1ª ordem, dividido pela área da bacia.

ribeirão Itapetinga possui 89 canais de 1ª ordem e área de 27,3 km², acompanha ramo da falha de Camanducaia, depois a depressão junto à vertente abrupta da colina do Colégio e a escarpa entre a cidade e o bairro do Alvinópolis.

A quinta sub-bacia é a do ribeirão do Onofre, com 15,1 km de extensão. O ribeirão do Onofre nasce na divisa sul do município a apenas 250 m do curso do rio Jundiaizinho, acompanha a rodovia Fernão Dias, passa pelos bairros rurais do Portão, Rosário e Ribeirão numa nona deprimida e chega à várzea do rio Atibaia entre as colinas do aeroporto e de Caetetuba. Cerca de 2 km a jusante de sua nascente, recebe um importante afluente, o ribeirão dos Pintos. A sub-bacia completa do ribeirão do Onofre possui assimetria é muito elevada, 334 canais de 1ª ordem e área de 79,7 km².

O ribeirão dos Pintos é afluente pela margem direita do ribeirão do Onofre e possui um curso de 13,8 km; nasce no Morro dos Pintos, na encosta sudeste da serra de Itapetinga, próximo ao pico da Pedra Grande, seguindo na direção su-sudoeste até alcançar a serra da Pedra Vermelha, virando então na direção oeste até atingir o ribeirão do Onofre no bairro do Portão. Seu curso segue parcialmente por um ramo de falha, descendo bruscamente cerca de 100 m a 2,5 km do seu exutório. Possui 140 canais de 1ª ordem e uma bacia de 29,6 km², quase do mesmo porte que a do ribeirão do Onofre propriamente dito (194 canais de 1ª ordem e 50,1 km², excluía a bacia do ribeirão dos Pintos).

O segundo afluente mais importante do ribeirão do Onofre é o ribeirão dos Porcos, com 48 canais de 1ª ordem; nasce na serra de Itapetinga, contorna o morro do Barreiro pela sua face oés-noroeste acompanhando um ramo da falha de Camanducaia e desvia para a margem direita do ribeirão do Onofre.

As duas bacias de menor amplitude, de Guaxinduva e da Loanda, situam-se isoladas do contexto da serra de Itapetinga e ajustam-se apenas sobre os colúvios e rochas metamórficas intemperizadas do substrato. Apresentam os mais baixos desníveis do canal principal, baixa assimetria, apenas um ou nenhum afluente e as mais baixas relações da quantidade de nascentes em função das áreas de bacia. Seus cursos parecem totalmente equilibrados, sem terem chegado a produzir uma rede de canais afluentes.

O córrego proveniente do Marmeleiro se interpõe entre os dois outros menores e também se apresenta equilibrado, possuindo maior amplitude por ter como divisor a serra de Itapetinga e maior desnível do canal principal quando atinge os granitos resistentes da serra. Sua rede de drenagem é bem desenvolvida, mas seu coeficiente de assimetria é elevado, assim como a distribuição dos canais de 1ª ordem é muito desigual entre as suas duas margens.

O ribeirão Itapetinga apresenta maior declividade a partir da região do Flamboyant, quando atinge os milonitos e granitos entre o morro do Barreiro e a serra de Itapetinga. Forma patamares escalonados junto ao Recanto da Paz, junto à Fazenda São Pedro e ao atingir o corpo da serra, propiciando grande desnível do canal principal, que se iguala apenas ao do ribeirão dos Pintos. Possui grande coeficiente de assimetria, perceptível na quantidade de canais de 1ª ordem de cada uma de suas margens.

O curso do ribeirão do Onofre, além de ser o mais longo, mostra-se o mais equilibrado, com um desnível de apenas 105 m numa extensão de 15.050 m (declividade total de 0,7 %), mesmo considerando a sua cabeceira, onde a erosão remontante mostra-se

atuante. Se considerarmos a partir da confluência com o ribeirão dos Pintos, são somente 38 m em 13.250 m de extensão, correspondendo à declividade de menos de 0,3 %.

Nesse sentido, parece coerente o fato da erosão remontante ter atuado de forma semelhante tanto em direção à cabeceira do ribeirão do Onofre (~2 km), quanto em direção à cabeceira do ribeirão dos Pintos (~2,5 km). Nessa área escavam gnaisses intemperizados, cujos lineamentos curvam-se com eixo SE, favorecendo igualmente o entalhe nas duas direções. Além disso, o ribeirão dos Pintos passa a erodir os milonitos apontados por Oliveira *et al* (1985), facilitando o entalhamento em vale encaixado dentro da área granítica entre as serras de Itapetinga e da Pedra Vermelha. O ribeirão dos Pintos apresenta nesse trecho vales escalonados em patamares, onde mostra depósitos em alvéolos¹⁵, que vem sendo reentalhados numa evidente mudança da dinâmica do ribeirão, provavelmente motivada por alterações em seu níveis de base.

5. Discussão e conclusões

Apenas uma atenta observação geral de campo já fornece indagações suficientes envolvendo as rampas de colúvio visíveis na área de interesse. Situadas em colinas suaves, principalmente nas adjacências do perímetro urbano, algumas delas apresentam uma vertente retilínea com inclinação entre 2° a 5° e a vertente oposta mais íngreme, com inclinação entre 17° e 22°, tipo dente-de-serra, não mostrando relação direta e óbvia com suas possíveis áreas-fontes nem com os planos de foliação das rochas do substrato

Os patamares de colinas mamelonares apresentam camadas de sedimentos correlacionáveis anteriores ao Pleistoceno, restando saber se são restos de uma mesma superfície deformada por tectônica mais moderna, ou de um mesmo fenômeno regional manifestado em diferentes níveis (Queiroz Neto, 1975).

Neves (1999) ressalta o papel da neotectônica na modelagem do terreno do sudeste brasileiro e na evolução cenozóica regional, a partir da reativação de falhas transcorrentes, inclusive de orientação E-W ou NW-SE, desencadeando abatimento de blocos, seguidos de basculamentos e abatimentos do embasamento cristalino.

Quanto aos aspectos geomorfológicos da rede de drenagem regional, destaca-se o fato de que as bacias dos rios Atibaia, Jaguari, Camanducaia e do Peixe apresentam-se paralelas entre si, possuindo amplas calhas que ora se alargam, ora se estreitam, embutidas no relevo montanhoso, correndo de leste para oeste. Os rios citados apresentam também patamares distintos mais altos a leste, controlados por soleiras locais (Almeida, 1964; Queiroz Neto, 1975; Hasui *et alii*, 1976). Almeida (1964) afirma que essa drenagem "... independe da estrutura, tendo sido a ela imposta, (...) Os próprios rios Jaguari, Atibaia e Camanducaia, que se mostram tão submissos às imposições estruturais na zona da Mantiqueira, libertam-se inteiramente de tal jugo, ao passarem à zona Cristalina do Norte."

Queiroz Neto (1975) atribui caráter superimpositivo à rede hidrográfica acima, mas salienta que "... seria mais fácil admitir, (...), que a maior incidência de falhas transcorrentes, de rejeitos horizontais, tenha possibilitado maior ação erosiva de entalhe.

¹⁵ Segundo Summerfield (1991, *apud* Ferreira, 2001), os vales suspensos são efeitos característicos de controle estrutural passivo relacionado a traços de falha.

Nessas condições, a posição original dessas superfícies teria se modificado relativamente pouco, apenas por adernamentos e basculamentos de expressão reduzida.”

Nesse ponto residem questões de difícil resposta, porque se as transcorrências produzem rochas cataclásticas mais friáveis, os rios regionais deveriam ter se imposto a elas, como ocorre no caso dos rios Cachoeira e Atibaína, formadores do Atibaia, e do Jaguari, entre outros. O Atibaia, ao contrário, passa a seguir o sentido leste-oeste, cortando as falhas de Camanducaia, Extrema e outras menos importantes, mas voltando a ser guiado pela falha de Valinhos, depois da serra das Cabras.

A hipótese de um *graben* pré-existente aos últimos movimentos parece ter deixado algumas evidências na paisagem. Além disso, a movimentação vertical pós-cretácica implicaria em importantes mudanças morfoesculturais da área, como capturas de rios, alterações de vertentes e aceleração em processos de erosão e deposição de sedimentos.

Pires Neto (1996) destaca que pequenos movimentos tectônicos da ordem de 10 mm/ano podem causar pequenas modificações no perfil de um rio, mas ao longo de dezenas e centenas de anos podem provocar alterações consideráveis na declividade do vale, no padrão das drenagens e na morfologia dos canais. Além das anomalias provocadas no canal fluvial, soerguimentos e subsidência pode provocar alterações morfológicas ao longo dos vales, seu estreitamento ou alargamento anômalo, com reflexo no padrão de sedimentação e nas características granulométricas dos sedimentos aluviais.

Quanto a isso, observa-se que os afluentes estudados apresentam-se equilibrados e com baixa atividade erosiva, exceto nas zonas de cabeceira que se desenvolvem sobre os granitos. Alguns desses córregos e ribeirões se equilibraram sem chegar a desenvolver uma rede expressiva, outros formam longos cursos quase retilíneos e grande assimetria entre os tributários das duas margens. A subsidência de blocos poderia ter acelerado o entulhamento dos vales e formação de extensas várzeas em alguns deles.

Também a proximidade da nascente do ribeirão do Onofre com o rio Jundiaizinho, sugere a captura do ribeirão dos Pintos e a tendência de captura do rio Jundiaizinho pelo ribeirão do Onofre, que corre num patamar 75 m mais baixo que este último, num vale identificado como um pequeno *graben* por Oliveira *et al* (1985).

Soma-se a essa hipótese o fato de que o ribeirão do Onofre apresenta uma bacia hidrográfica de formato atípico (em cotovelo), de área bem maior que a dos demais córregos estudados e com uma planície aluvial larga e extensa, desproporcional à sua vazão atual. O rebaixamento da calha do Onofre devido a neotectônica explicaria a mudança da dinâmica do rio, retirando-o do equilíbrio e intensificando a erosão remontante, a captura do ribeirão dos Pintos, o maior aporte de sedimentos e o conseqüente reequilíbrio do canal principal.

Nota-se ainda que o ribeirão Itapetinga, cuja bacia tem um terço da área da bacia do ribeirão do Onofre, possui vazão visivelmente maior que a deste último, embora ainda não se tenha dados mensurados. Cabe ressaltar a maior ocorrência de fontes de água mineral em sua bacia, em pontos coincidentes com os falhamentos supostamente reativados, o que, juntamente com os fatores antrópicos, poderia explicar o efeito.

Para Queiroz Neto (1975), além de outras questões ainda não resolvidas com relação a aspectos da drenagem, também as causas mais remotas da configuração do relevo

parecem ainda obscuras. Por outro lado, ele concorda com Almeida (1964) e Penalva (1971) ao descartar um reflexo direto da tectônica, mas reconhece a simultaneidade e nexo causal dos fenômenos que produziram tais superfícies em grandes áreas do país. Para ele, seria necessário admitir uma tectônica extremamente localizada, com multiplicidade de pequenos *grabens*, para produzir as zonas intermontanas deprimidas. Por outro lado, admite ainda haver indícios de movimentações mais modernas da crosta, provocando deformações e adernamentos de grandes blocos, mas mostrando-se sem condições de oferecer resposta a essas questões.

A estabilidade crustal regional a partir do Paleógeno vem sendo largamente aceita, mas alguns recentes trabalhos discutem as evidências de atividade tectônica cenozóica na bacia do rio Piracicaba (Fernandes & Souza, 1994), no alto vale do rio Sapucaí (Ferreira, 2001) e no planalto de Campos do Jordão (Riccomini & Hiruma, 2002), (Modenesi-Gauttieri *et al*, 2002).

Ferreira (2001) afirma em sua pesquisa que “... não se deve descartar uma sismicidade ativa na região das serras da Mantiqueira e do Mar...” [devido a tensões residuais], que “... a região sudeste não pode ser classificada como sismicamente inativa...” e que tal atividade se manifesta desde o Cenozóico até os dias atuais. Riccomini & Hiruma (2002) e Modenesi-Gauttieri *et al* (2002) procuram demonstrar que parte da morfoescultura atual da Mantiqueira resultou de fortes sismos holocênicos, ocorridos entre 10.000 e 3.000 anos AP.

Nesse caso, cabe considerar também as pesquisas de Stein (2003), para quem o alívio de tensões resultante de um terremoto em determinado ponto de uma falha transcorrente gera concentração de tensões ao longo dela em pontos mais ou menos eqüidistantes do epicentro, conduzindo a sismos subseqüentes.

Embora se possa reconhecer que os resultados desta pesquisa são superficiais e insuficientes para tentar explicar uma morfogênese reconhecidamente complexa, algumas conclusões parecem razoáveis, a saber:

1. Há evidências de condicionamento estrutural não só dos canais fluviais principais das sub-bacias, mas também do próprio rio Atibaia.
2. A existência da formação de pequenos *grabens* parece ser o principal motivo do equilíbrio do ribeirão do Onofre, requerendo estudos detalhados das seqüências deposicionais nela existentes.
3. Os possibilidade da captura no ribeirão dos Pintos pelo ribeirão do Onofre encontra explicação justamente na movimentação vertical do terreno.
4. O ribeirão Itapetinga apresenta-se desequilibrado a montante da região do Flamboyant, formando patamares no granito quando seu curso atinge os ramos mais a sudeste da falha transcorrente de Camanducaia, sugerindo sua reativação normal.
5. As anomalias de drenagem verificadas indicam principalmente abatimento e basculamento de blocos em alguns setores.

Concluindo, a hipótese de movimentação vertical proveniente de atividade neotectônica poderia esclarecer não somente o comportamento da drenagem local, mas

também as formas do relevo e a origem de alguns dos depósitos colúvio-aluviais ainda em estudo.

6. Referências bibliográficas

- AB'SABER, A.N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. São Paulo: USP-IG, 1969, pp.1-23.
- ALMEIDA, F.F.M. de. II - Fundamentos geológicos do relevo paulista. In: *Geologia do Estado de São Paulo*. São Paulo: IGG, Boletim nº 41, 1964, pp.167-263.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: *Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Geologia*. Salvador: SBG, 1969, pp.29-46.
- CARVALHO, A.; LEPSCH, I.F.; OLIVEIRA, J.B.; VALADARES, J.; ROTTA, C.L. Levantamento pedológico semidetalhado do município de Atibaia, SP. In: *Bragantia*. Campinas: v. 34, nº 1, 1975.
- CARVALHO, A.; ROTTA, C.L. Estudo das Formações Superficiais do Município de Atibaia, SP. In: *Boletim Paulista de Geografia*. São Paulo: AGB, nº 49, jun/1974, pp.5-22.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Bacia do Rio Atibaia: Relatório Técnico Preliminar. In: *Watershed Management 2000: Aprimoramento da Gestão Ambiental dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo*. São Paulo: CETESB, jul/1999, 116p.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. S. Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1980, 188p.
- FERNANDES, A.J.; SOUZA, C.R.G. Evidências geológicas e geomorfológicas de atividade tectônica cenozóica na porção média da bacia do rio Piracicaba. In: *Boletim de Resumos Expandidos do 38º Congresso Brasileiro de Geologia*. Camboriú: SBG, 1994.
- FERREIRA, M.F.M. *Geomorfologia e Análise Morfotectônica do Alto Vale do Sapucaí – Pouso Alegre (MG)*. Rio Claro: UNESP-IGCE, (Tese de Doutorado), 2001, 276p.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Plano Cartográfico do Estado de São Paulo: Atibaia I, Atibaia II, Atibaia III, Atibaia IV, Jardim Vitória, Morro Pedra Grande, Serra da Pedra Vermelha, Vila Marques*. São Paulo: Sec.Plan.-Coord. Ação Reg.-DG, Folha 081/106, Esc. 1:10.000, 1979.
- IGGSP, Instituto Geográfico e Geológico de São Paulo –. *Folha Topográfica de Atibaia*. São Paulo: IGGSP, Região Sul do Brasil – 1:50.000, Folha SF-23-Y-C-III-2, 1ª edição, 1971.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; GIANCURSI, F.D.; GUSSO, G.L.N. Condicionamento Tectônico da Bacia Sedimentar de São Paulo. In: *Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Geologia*. Ouro Preto: SBG, v. 4, 1976, pp.257-268.
- JAIN, V.E. *Geotectônica General*. Moscou: Ed. Mir, 2 Vol., 1980, 358+304p.
- MODENESI-GAUTTIERI, M.C.; HIRUMA, S.T.; RICCOMINI, C. Morphotectonics of a high plateau on the northeastern flank of the Continental Rift of southeastern Brazil. In: *Geomorphology*. V.43, nº 3-4, 2002, pp.257-271.
- MONTEIRO-DA-COSTA, P.S. *Contribuição ao estudo dos depósitos alúvio-colúviais da cidade de Atibaia (SP) – relações morfoesculturais, morfoestruturais e morfoclimáticas*. Campinas: UNICAMP-IG-DGEO, (mimeografado), dez/2002, 95p.+ 11 anexos.
- NEVES, M.A. *Evolução cenozóica da região de Jundiá, SP*. Rio Claro: UNESP-IGCE, (Dissertação de Mestrado), 1999, 141p.
- OLIVEIRA, M.A.F. de; MORALES, N.; FÚLFARO, V.J.; CAMPOS, E.G.; et al. *Projeto Atibaia: geologia da quadricula de Atibaia*. São Paulo: UNESP-SICCT, Relatório Final, 1985, 117p.
- PENALVA, F. Sedimentos neo-cenozóicos nos vales dos rios Jundiá, Atibaia e Jaguari (Estado de São Paulo). In: *Boletim Paulista de Geografia*. São Paulo: AGB, nº 46, 1971, pp.107-138.
- PIRES NETO, A.G. *As abordagens sintético-histórica e analítico-dinâmica, uma proposição metodológica para a geomorfologia*. São Paulo: USP-FFLCH-DG, (Tese de Doutorado), 1991, 302p.
- PIRES NETO, A.G. *Estudo Morfotectônico das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari, Jundiá e Áreas Adjacentes no Planalto Atlântico e Depressão Periférica*. Rio Claro: UNESP / CNPq, 1996, 71p.
- QUEIROZ NETO, J.P. *Pedogênese no Planalto Atlântico: Contribuição à interpretação paleogeográfica dos solos da Mantiqueira Norte Ocidental*. São Paulo: USP-FFLCH-DG, (Tese de Livre Docência), 1975, 270p.
- RICCOMINI, C.; HIRUMA, S.T. Reativação holocênica de zonas de cisalhamento proterozóicas do sudeste do Brasil. In: *Anais do XLI Congresso Brasileiro de Geologia*. João Pessoa: SBG, 2002, p.365.
- SIGRH - Sistema de Informações para Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. *Banco de Dados Pluviométricos, Fluviométricos e Pluviográficos do Estado de São Paulo (atualizados até agosto/2000)*. <http://www.sigrh.sp.gov.br>

- STEIN, R.S. Estremecimentos da Terra. In: *Scientific American – Brasil*. São Paulo: Ediouro / Duetto, ano 1, nº 9, fev/2003, pp.76-83.
- STERNBERG, Hilgard O'Reilly. A Propósito de Meandros. In: *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro: IBGE-CNG, Ano XIX, nº 4, out-dez/1957, pp.99-121 (477-499) (Separata).
- SUMMERFIELD, M.A. *Global Geomorphology*. New York: Longman Scientific & Technical, 1991, 537p.