

Mudanças do Canal do Rio Mogi Guaçu e Riscos Ambientais

Márcio Henrique de Campos Zancopé – Doutorando em Geografia, IG - UNICAMP,

mhzancope@terra.com.br;

Salvador Carpi Jr – Profissional de pesquisa, IG-UNICAMP, salvador@ige.unicamp.br;

Archimedes Perez Filho – Prof. Titular Dep. de Geografia, IG - UNICAMP,

archi@ige.unicamp.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é verificar a relação entre as mudanças no canal do Rio Mogi Guaçu e as situações de risco ambiental em sua bacia hidrográfica. Diversos trechos do Rio Mogi Guaçu têm sofrido intervenções antrópicas, colocando em risco os ecossistemas aquáticos e a população ribeirinha. As principais formas de intervenção identificadas foram a utilização agrícola inadequada, obras de terraplenagem, exploração de argila e areia, disposição de resíduos sólidos, abertura de canais de drenagem e destruição da vegetação natural. As mudanças no canal do Rio Mogi Guaçu foram analisadas em trecho meandrante suscetível ao ajustamento das variáveis ligadas à morfologia. As mudanças encontradas no canal compõem os processos de migração ligados à dinâmica dos meandramentos e não se observou nenhuma tendência de mudança do padrão do canal no período de 1962-2005. As atuais modificações na dinâmica fluvial e situações de risco ambiental presentes não foram suficientes para modificar os padrões de canal do Rio Mogi Guaçu, sugerindo que as intervenções antrópicas não atingiram o nível crítico para mudanças no padrão de canal, ou que o período para registrar mudanças nos padrões seja superior ao intervalo estudado.

Palavras-chave: riscos ambientais; padrão de canal; Rio Mogi Guaçu.

Abstract

The goal of this paper is to verify the relation between the changes in the channel of Mogi Guaçu River and the situations of environment risk in the hydrographic basin. Several stretches of the Mogi Guaçu River have suffered human interventions, putting at risk aquatic ecosystems and the riverside population. The main forms found of human intervention were inappropriate agricultural use, works of earthworks, mining of clay and sand, deposition of solid residual, opening of drainage channels and destruction natural vegetation. Changes in the channel of Mogi Guaçu River were analyzed in meandering susceptible to the adjustment of the variables related to the morphology. Changes found in the channel compose migration processes linked to meandering dynamic and there was not tendency channel pattern change in the interval of 1962-2005. Changes current in the fluvial dynamic and the situations found of environment risk were not sufficient to modify the channel patterns of Mogi Guaçu River, suggesting human interventions did not reach the critical level to changes in the channel patterns, or that period to record changes in the channel patterns is over to interval analyzed.

Keywords: environment risk; channel pattern; Mogi Guaçu River.

1. Introdução

As interferências das sociedades modernas na dinâmica dos sistemas fluviais são amplamente conhecidas, como modificações no regime fluvial em captações de água para abastecimento, barragens para geração de energia, etc. Contudo, as mudanças da tipologia dos canais fluviais como consequência das atividades humanas são pouco conhecidas, tendo uma história recente as pesquisas sobre esta temática, principalmente no Brasil. Moraes e Latrubesse (2006) e Souza e Cunha (2006), por exemplo, estudaram as mudanças na morfologia dos rios Araguaia e Paraguai, respectivamente, em decorrência de modificações do uso das terras das bacias hidrográficas.

A morfologia dos canais fluviais representa os mecanismos de ajustamento entre as variáveis e os fatores que compõe este sistema geomorfológico. Alterações das variáveis, para além de certos limites, bem como dos fatores do sistema fluvial, causam mudanças na morfologia dos canais (SCHUMM, 1977; CHRISTOFOLETTI, 1981 e GREGORY; SCHUMM, 1987).

Algumas consequências do uso das terras, tais como atividades agropecuárias e mineração podem se configurar como situações de risco ambiental sobre os sistemas fluviais, entre eles erosão e assoreamento (incremento da carga detrítica), enchentes, utilização inadequada de produtos químicos na agricultura, disposição de resíduos e ocupação de áreas de risco, etc. (CARPI JR., 2001). Estas situações constituem interações entre os sistemas fluviais e os sistemas sócio-econômicos e resultam em modificações nas variáveis fluvio-geomorfológicas.

O presente trabalho busca verificar a relação entre as mudanças no canal do Rio Mogi-Guaçu e as situações de risco ambiental em sua bacia hidrográfica. As situações de risco ambiental consideradas nesta pesquisa consistem basicamente aquelas relacionadas mais diretamente aos processos hidrogeomorfológicos, ou seja, escoamento superficial da água, inundações, processos erosivos e assoreamento.

2. Área de estudo

O Rio Mogi Guaçu nasce no Morro do Curvado, no município sul-mineiro de Bom Repouso, numa altitude aproximada de 1.510 m e coordenadas aproximadas 22°30'S /

46°08'W, na região da Serra da Mantiqueira, próximo ao limite interestadual entre São Paulo e Minas Gerais – Sudeste Brasileiro. Após escoar longitudinalmente por aproximados 530 Km, deságua no Rio Pardo a 483 m acima do nível médio do mar e coordenadas aproximadas 20°53'S / 48°11'W, entre os municípios de Pitangueiras e Pontal no Nordeste do Estado de São Paulo (Figura 1).

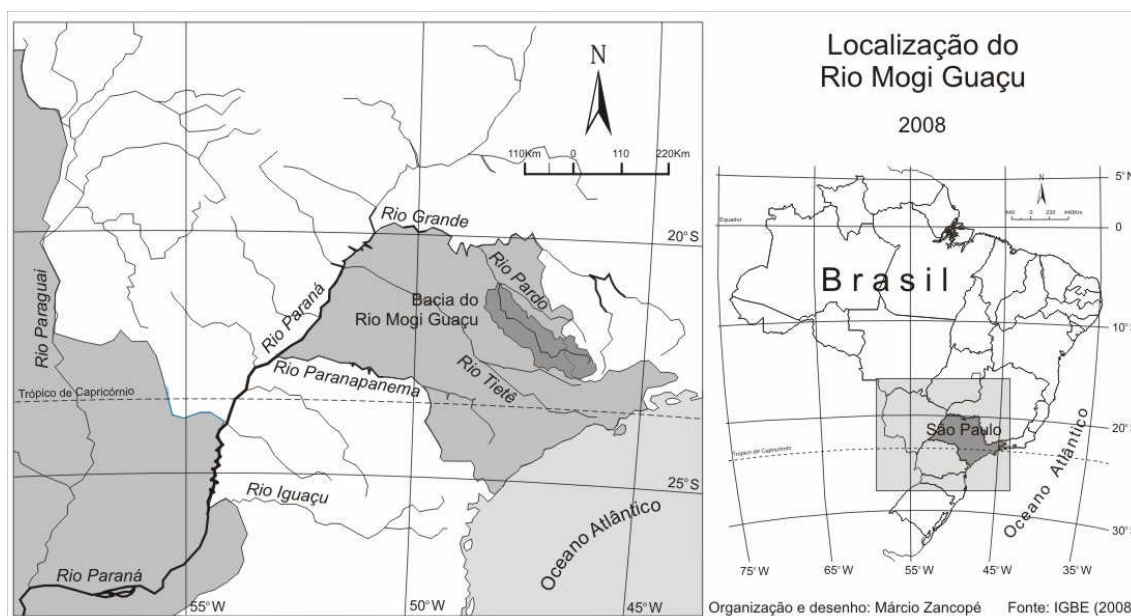


Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu.

A nascente do Mogi Guaçu e todo seu alto curso correm sobre o Planalto de Serra Negra-Lindóia no Complexo Cristalino do Pré-Cambriano, com predomínio de granitos, gnaisses, quartzito e migmatitos, solos Podzólicos Vermelho Amarelos (Argissolos Vermelho Amarelos) e Cambissolos (Cambissolos) e um modelado de cristas e morros de topos convexos, segundo Ross e Moroz (1996) e Radambrasil (BRASIL, 1983). Apresenta uma vazão média de 24,1 m³/s, no município de Espírito Santo do Pinhal, região Centro-Leste do Estado de São Paulo.

Na maior parte do território paulista, o Rio Mogi Guaçu escoar sobre as rochas da Bacia Sedimentar do Paraná, litoestrutura que o sustenta até a foz, atravessando a Depressão Periférica Paulista com predomínio de arenitos finos, argilitos e folhelhos; solos tipo Latossolos Vermelho Amarelos (Latosolos Vermelho Amarelos), Latossolos Vermelho Escuros (Latosolos Vermelhos) e Podzólicos Vermelho Amarelos (Argissolos Vermelho

Amarelos); e modelado de vertentes convexas e topos aplanados, de acordo com Ross e Moroz (1996). Este trecho compreende o médio curso, entre os municípios paulistas de Mogi Guaçu a Porto Ferreira, apresentando no município de Pirassununga uma vazão média de 138,1 m³/s.

O Rio Mogi Guaçu, entre os municípios de Descalvado, Porto Ferreira e Santa Rita do Passa Quatro, transpõe as '*cuestas*' do Planalto Ocidental Paulista, deixando seu curso médio para entrar em seu baixo curso, com uma vazão média de 178,4 m³/s.

Em seu baixo curso o Rio Mogi Guaçu corre sobre o Planalto Ocidental Paulista, com predomínio de basaltos, solos do tipo Latossolo Roxo (Latosolos Vermelhos) e relevo variando de vertentes plano-convexas a convexas de topos aplanados baixos a médios, de acordo com Ross e Moroz (1996). No município de Pitangueiras, distante aproximados 17 Km da desembocadura, o Rio Mogi Guaçu apresenta uma vazão média de 396,38 m³/s.

Observa-se que o Rio Mogi Guaçu pode ser classificado como um rio conseqüente e epigênico, pois segue o mergulho das estruturas sedimentares da Bacia do Paraná, entalhando seu vale sobre rochas resistentes e tenras, a partir de uma superfície superior às estruturas do relevo paulista e sul-mineiro, bem como anterior a movimentos neotectônicos na bacia. Esta é uma importante característica, pois a cada morfoestrutura que ele transpõe, diferentes fatores afetam o sistema fluvial, desde condições de entalhamento ou incisão do canal e do vale, até condições para o fornecimento de carga detrítica de mineralogia e granulometria distinta, pelos diferentes processos de alteração da cobertura pedológica e dos materiais que sustentam o leito.

3. Riscos ambientais nas planícies aluviais, lagoas marginais e canal do Rio Mogi Guaçu

Segundo o Atlas Geoambiental das Bacias Hidrográficas dos Rios Mogi Guaçu e Pardo – SP (THEODOROVICZ; THEODOROVICZ; CANTARINO, 2002), as planícies aluviais ou várzeas são os terrenos mais jovens da área e encontram-se em contínuo processo de formação, pois estão recebendo e depositando sedimentos do atual ciclo de erosão. Em alguns trechos, as barrancas dos rios são altas e estão sofrendo intensa erosão natural por solapamento. Trata-se de rios que estão escavando a própria planície aluvionar, podendo apresentar longos trechos retilíneos, com forte controle estrutural.

Em outros, o escoamento superficial é extremamente deficiente, com a existência de muitas lagoas naturais e cavas de mineração abandonadas. As águas são mais lentas e menos oxigenadas, com menor capacidade dispersora e depuradora de poluentes, e de menor capacidade de transporte de sedimentos. Então, os rios estão em franco processo de assoreamento, com o depósito de sedimentos carregados dos segmentos retilíneos a montante.

A cana de açúcar e as pastagens ocupam frequentemente as proximidades das barrancas dos rios. A cana utiliza fertirrigação com vinhoto, e juntamente com as queimadas, provocam o secamento dos banhados, assoreamento e contaminação dos rios.

Brigante, Espíndola e Eler (2003, p. 212) alertam que “em bacias hidrográficas florestadas, verifica-se que a partir de 50 m de distância do curso d’água o escoamento superficial começa a ser insignificante. Daí a necessidade de manter devidamente instalado esse ecossistema ao longo dos cursos d’água. Para quase a totalidade do curso do Rio Mogi Guaçu, especialmente no trecho dentro do Estado de São Paulo, considerando-se a largura do rio, são necessários cerca de 100 m de largura de mata ciliar (Lei no 4.771/65)”

Entretanto, diversos trechos das margens e do leito do Rio Mogi Guaçu tem passado por diversas modalidades de intervenções antrópicas que tem afetado a sua dinâmica, colocando em risco os ecossistemas aquáticos e a população ribeirinha e usuária de suas águas.

No trecho próximo à Estação Ecológica Jataí, segundo Santos, Mozeto e Galetti Jr. (1989), a área mantinha-se ainda com parte de suas características naturais preservadas, mas alertava-se que interferências antrópicas dentro e fora dos seus limites poderiam vir a comprometer o sistema canal fluvial/planície de inundação, como: a) poluição das águas, provocada principalmente pelas atividades agrícolas, despejos de resíduos das usinas de açúcar e destilarias de álcool, existentes nas adjacências da planície de inundação do Rio Mogi Guaçu; b) desmatamentos, ocorridos na área ao longo de muitos anos, mas apenas recentemente de maneira constante e prejudicial para o sistema de áreas alagáveis.

O estudo de Carpi Jr (2001) e Carpi Jr e Perez Filho (2005) permitiu individualizar basicamente dois tipos de riscos na Bacia do Rio Mogi Guaçu: a) interferências sobre a dinâmica fluvio-lacustre; e b) riscos provocados pelas alterações na própria dinâmica. Ambos se relacionam mutuamente, mas enquanto a primeira modalidade de risco refere-se mais diretamente com as alterações causadas aos corpos d’água, a segunda refere-se às situações de risco ambiental provocadas pelas modificações dos rios e lagoas marginais,

notadamente às atividades econômicas e populações ribeirinhas. As atividades antrópicas, principalmente, e os processos naturais aparecem tanto como responsáveis pelas situações de risco impostas à dinâmica fluvial, como também cria outras diversas situações de risco para o próprio homem e ecossistemas aí presentes.

Nas várzeas, ou planícies de inundação, as principais formas de intervenção identificadas foram a utilização agrícola inadequada, obras de terraplenagem, formação de cavas de exploração de argila, disposição de resíduos sólidos, abertura de canais de drenagem e destruição da vegetação natural. Em percurso pelo trecho do Rio Mogi Guaçu entre os municípios de Mogi Guaçu e Leme, foram notados por Carpi Jr (2001) e Carpi Jr e Perez Filho (2005) que as margens e o canal apresentam muitos locais de extração de areia, inúmeros trechos com cultivo de cana ou laranja às margens do rio, muitos pesqueiros protegidos com arrimos, alguns destes visivelmente precários, visando a proteção contra as cheias do rio.

Todas essas situações se repetem em demais trechos do Rio Mogi Guaçu e diversos outros cursos d'água que estejam sujeitos às modificações em suas dinâmicas fluviais. Assim, estão sob risco também outras edificações e formas de ocupação, ou seja, pontes, instalações agro-industriais, pesqueiros e ranchos, benfeitorias rurais, casas, estabelecimentos comerciais, estradas, lixões, depósitos de sucatas, e assim por diante.

4. Mudanças no canal do Rio Mogi Guaçu

Para a verificação das mudanças no canal do Rio Mogi Guaçu foram realizadas análises comparativas dos padrões de canal entre os períodos de 1962 e 2005. O trecho estudado localiza-se no baixo-curso-superior, apresentando morfologia dos padrões meândricos dos canais fluviais (LEOPOLD; WOLMAN, 1960), com índice de sinuosidade (Is) de 2,13, segundo Zancopé (2005). A escolha desta área baseou-se no fato dos meandros divagarem livremente por toda a extensão da planície aluvial. Isto pode ser comprovado pela difusão de formas de relevo associadas à migração dos meandros, como meandros abandonados, paleocanais, cordões marginais convexos (*'point bars'*), etc. Isto é uma característica metodológica importante, pois nessas planícies aluviais os meandros refletem o ajustamento entre as variáveis hidráulicas apresentando características geométricas independentes da grandeza e do traçado do vale (CHRISTOFOLETTI, 1981;

SCHUMM,1977). Neste caso, o canal possui condições livres de ajustamento das variáveis ligadas à morfologia, para possíveis modificações do sistema fluvial em virtude de riscos ambientais decorrentes do uso e ocupação das terras da bacia hidrográfica.

A Figura 2 ilustra a evolução de trecho do canal do Rio Mogi Guaçu nos períodos estudados. Observa-se um número elevado de tipos de movimento dos meandros, segundo adaptação da metodologia desenvolvida Hickin e Nanson (1975) e Daniel (1971, *apud* CHRISTOFOLLETI, 1981). Verificou-se que o processo de maior frequência é a expansão da curva meândrica (40%), seguido dos processos ligados ao encurtamento da curva (20%), translação (11,4%), avulsão por retomada de canal abandonado (11,4%), expansão e rotação da curva (8,5%), corte de pedúnculo (5,7%) e rotação da curva (2,8%).

A expansão da curva assinala o aumento do raio de curvatura e do comprimento do meandro. Segundo Hickin e Nanson (1975), o aumento do raio de curvatura de determinada curva resulta no decréscimo no raio de curvatura da curva adjacente. Conseqüentemente, a taxa e a direção da erosão lateral em determinado trecho do canal não são independentes da taxa e direção da erosão em curvas adjacentes. O aumento contínuo do raio de curvatura e do comprimento do meandro leva ao aumento do índice de sinuosidade e subsequente abandono de canal por corte de pedúnculo.

A frequência elevada da expansão dos meandros mostra a acelerada migração lateral do canal neste trecho do Rio Mogi Guaçu. Isto pode ser corroborado pela grande difusão de formas de relevo na planície associadas à migração lateral do canal, pelo valor elevado do índice de sinuosidade ($I_s = 2,13$), bem como pela avulsão por retomada do fluxo em canais abandonados, processo de relativa ocorrência (11,4%), nos períodos observados neste trecho fluvial. A avulsão por retomada do fluxo em canais abandonados também mostra a acelerada migração lateral, uma vez que estes canais que ainda não sofreram colmatação completa, retomaram novamente o fluxo com a aproximação do canal principal pela migração lateral.

Outro processo de elevada frequência observado foi o encurtamento da curva meândrica (20%). O encurtamento da curva resulta da redução do raio de curvatura e do comprimento do meandro. De certa forma, este é o processo inverso da expansão do meandro. Como citado anteriormente, as análises de Hickin e Nanson (1975) mostram que o encurtamento da curva está ligado à expansão da curva adjacente, demonstrando a relação entre os meandros de montante e de jusante e suas taxas e direções de erosão lateral. A

freqüência elevada da expansão dos meandros provoca a elevada freqüência do encurtamento das curvas, demonstrando o equilíbrio entre os processos e as formas.

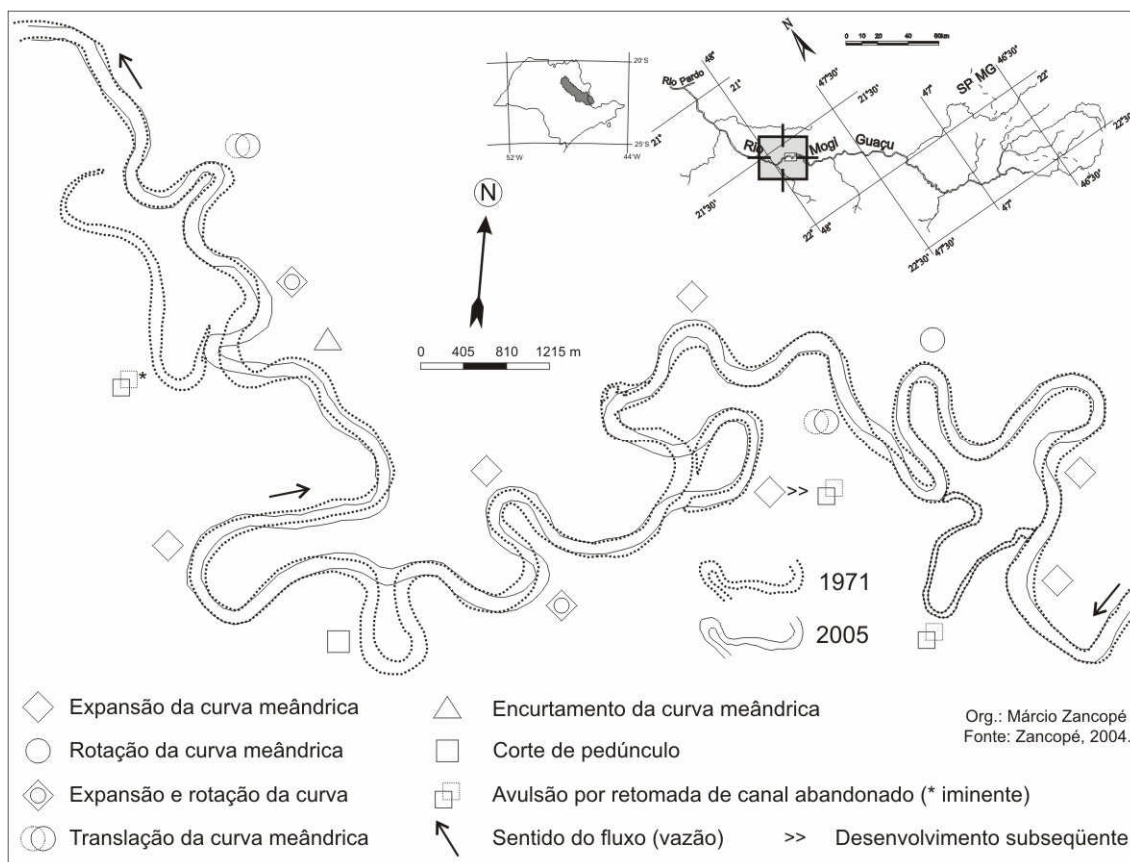


Figura 2. Mudanças no canal do Rio Mogi Guaçu.

Outro processo observado foi a rotação da curva meândrica, no qual assinala a mudança de direção do eixo de curvatura. Observa-se que no trecho ilustrado na Figura 2, a rotação está quase sempre associada a outro processo, como a expansão da curva. Expansão e rotação dos meandros caracteriza-se pelo aumento do raio de curvatura e do comprimento do meandro e mudança de direção do eixo de curvatura. Hickin e Nanson (1975) observaram que este processo está ligado ao ajustamento entre tipo de carga detrítica, de fluxo e material constituinte do leito e das margens. Este ajustamento, neste trecho do Rio Mogi Guaçu, estaria também ligado ao processo de translação da curva, o qual indicaria que as margens e o leito constituiriam meio uniformemente erodível. O processo de translação dos meandros assinala a migração do canal em direção de montante ou de jusante. Este processo também foi

observado neste trecho do Rio Mogi Guaçu, demonstrando a uniformidade nas características das aluviões depositadas nessas planícies fluviais.

5. Conclusões

Notou-se que todos os processos de migração do canal no trecho analisado do Rio Mogi Guaçu se configuram processos comuns ligados à dinâmica dos meandramentos. Não se observou, por este método, nenhum processo que indicasse uma tendência de mudança do padrão do canal nos períodos estudados. Paralelamente, a difusão por toda a planície de formas de relevo associadas à migração dos meandros indica que esta padronagem constitui parte da morfologia do Rio Mogi Guaçu ao longo do Holoceno superior.

Mesmo considerando-se as atuais modificações na dinâmica fluvial e situações de risco ambiental presentes no canal principal, nas planícies de inundação e nas lagoas marginais da bacia do Rio Mogi Guaçu, conclui-se que estas não foram suficientes para modificar o padrão do canal. Isso sugere que o sistema canal fluvial é capaz de suportar tal nível de intervenção antrópica, ou seja, não se atingiu o limiar crítico para a alteração do padrão do canal fluvial. Porém, pode ser ainda uma questão de escala temporal, mostrando que o período de resiliência para processar os ajustes no sistema fluvial do Rio Mogi Guaçu seja superior ao intervalo estudado (1962-2005), não registrando uma mudança no padrão do canal.

6. Referências

Brasil. Ministério das Minas e Energia. (1983) Projeto Radambrasil: levantamento de recursos naturais, Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória. Vol. 32. 780p. (6 mapas: geologia; geomorfologia; pedologia; vegetação; uso potencial da terra; avaliação do relevo).

Brigante, J.; Espíndola, E. L. G. Eler, M. N. (2003) Análise dos principais impactos ambientais no Rio Mogi-Guaçu: recomendações para orientar políticas públicas. In: BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. (org). *Limnologia Fluvial: um estudo no Rio Mogi Guaçu*. São Carlos: RiMa: 205-242. Cap. 12.

Carpi Jr., S. (2001) Processos erosivos, recursos hídricos e riscos ambientais na Bacia do Rio Mogi Guaçu. Rio Claro. Tese (Doutorado – Geociências e Meio Ambiente) IGCE – Unesp.

Carpi Jr, S.; Perez Filho, A. (2005) Riscos ambientais na Bacia do Rio Mogi-Guaçu: proposta metodológica. *Geografia*, 30(2): 347-364.

- Christofoletti, A. (1981) Geomorfologia fluvial: o canal fluvial. Edgard Blücher. 313p. 2 ed.
- Gregory, D. I.; Schumm, S. A. (1987) The effect of active tectonics on alluvial river morphology. In: RICHARDS, K. (ed.) River channel: environment and process. B. Blackwell: 41-68.
- Hickin, E. J.; Nanson, G. C. (1975) The character of channel migration on the Beatton River, northeast British Columbia, Canada. The Geological Society of America Bulletin, 86(4): 487-494.
- Leopold, L. B.; Wolman, M. G. (1960) Rivers meanders. The Geological Society America Bulletin. 71(6): 769-794.
- Morais, R. P.; Latrubesse, E. M. (2006) Avaliação qualitativa e semi-quantitativa das variáveis morfométricas e morfológicas do Rio Araguaia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6. Goiânia, 2006. Anais do. Goiânia: IAG:UGB, 1, p. 43.
- Ross, J. L. S.; Moroz, I. C. (1996) Mapa geomorfológico do Est. de São Paulo. Revista do Departamento de Geografia da USP. São Paulo. 10: 41-58.
- Santos, J. E.; Mozeto, A. A.; Galetti Jr, P. M. (1989) Caracterização preliminar da Estação Ecológica de Jataí (Luís Antônio) e lagoas marginais do Rio Mogi-Guaçu: avaliação ambiental e papel ecológico. São Carlos: Ufscar. 50p.
- Schumm, S. A. (1977) The fluvial system. J. Wiley & Sons. 338p.
- Souza, C. A.; Cunha, S. B. (2006) Dinâmica do canal do Rio Paraguai entre a Fazenda Santo Antonio das Lendas e Estação Ecológica da Ilha Taiamã – MT. . In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6. Goiânia, 2006. Anais do. Goiânia: IAG:UGB, 1, p. 50.
- Theodorovicz, A.; Theodorovicz A. M. G.; Cantarino, S. C. (2002) Atlas Geoambiental das Bacias Hidrográficas dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo, SP: subsídios para o planejamento territorial e gestão ambiental. São Paulo: CPRM. 77p.
- Zancopé, M. H. C.; Perez Filho, A. (2005) Estudo dos padrões de canal fuvial do Rio Mogi Guaçu. In: MENDES, A. A.; LOMBARDO, M. A. (Org.). Paisagens Geográficas e Desenvolvimento Territorial. Ageteo: 141-153.