

EXPANSÃO URBANA E EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA EM REMANSOS DE RESERVATÓRIOS: ANÁLISE COMPARATIVA DE DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS EM GUARAPIRANGA, SÃO PAULO

SILVA, J.P.¹

¹ mestre pelo programa de pós graduação do Depto de Geografia USP – email: julianadepaula@yahoo.com

RODRIGUES, C.²

² professora do Depto de Geografia USP – email: cleidrig@usp.br

RESUMO

Devido às mudanças promovidas pela ação antrópica na superfície terrestre, novas metodologias estão sendo desenvolvidas a fim de mensurar seus efeitos. O objetivo central deste trabalho é reconhecer e dimensionar, por meio de leituras geomorfológicas, a expansão urbana como uma modalidade de intervenção antrópica capaz de modificar processos geomorfológicos e imprimir uma nova morfodinâmica em sistemas físicos afetados. Nesta pesquisa, foi utilizado o referencial metodológico que insere a ação humana como agente modificador de sistemas da superfície terrestre, como a antropogeomorfologia NIR (1983), a cartografia geomorfológica (RODRIGUES, 1997; LIMA, 1990) e os Geoindicadores (COLTRINARI, 2001; GUPTA, 1999) para avaliar e comparar quantitativamente e qualitativamente as mudanças geomorfológicas (formas, processos e materiais). Foram observadas especialmente as interfaces flúvio-lacustres de remansos em duas bacias hidrográficas com diferentes níveis de urbanização. As áreas escolhidas como objeto de estudo são duas sub-bacias hidrográficas contribuintes da Represa Guarapiranga, localizadas na Zona Sul do município de São Paulo. Essa seleção deu-se principalmente em função das características morfológicas e morfométricas semelhantes de sub-bacias hidrográficas e em função da dinâmica diferenciada do processo de urbanização em cada uma delas. As mudanças espaciais ocorridas ao longo da história da represa e entorno imediato foram analisadas por meio da produção cartográfica em escala de detalhe (1:5.000) para os anos de 1932, 1962, 1972, 1986, 1994 e 2000, nos remansos selecionados. Os resultados encontrados de caráter quantitativo foram: evolução da área colmatada nos remansos selecionados e evolução das áreas com diferentes usos da terra nas bacias hidrográficas. A taxa final de colmatagem no remanso da bacia hidrográfica urbanizada foi cerca de 40% maior que a da bacia hidrográfica com baixa perturbação antrópica. Os principais resultados qualitativos referem-se a mudanças espaciais na morfologia e nos canais fluviais e correlação com a urbanização. Os principais resultados metodológicos referem-se à sustentação dos princípios reunidos por RODRIGUES (1997, 1999, 2004) e a confirmação de que a cartografia geomorfológica, quando realizada com precisão no uso de novas tecnologias vem de fato enriquecer as possibilidades da geografia física.

Palavras-chave: Geomorfologia Antrópica, Cartografia Geomorfológica Evolutiva, Urbanização.

INTRODUÇÃO

De acordo com Rodrigues (1997), estudos relacionados ao impacto do antrópico no meio físico passaram a se difundir principalmente a partir dos anos 60 ou 70, quando surge a preocupação com a finitude dos recursos naturais e possíveis alterações nos ciclos naturais globais provocadas pelo avanço de técnicas mais transgressoras ao meio ambiente. Devido a este curto espaço de tempo e dada a complexidade e importância do tema, os parâmetros metodológicos e técnicos para pesquisas dessa natureza encontram-se em fase de desenvolvimento.

Quanto aos estudos na geografia física, Gregory (1992) afirma que *"o efeito da atividade humana sobre o ambiente tem sido muito evidente e cada vez maior. Entretanto, até a década de 1950 ou 1960 o significado da atividade humana não despertava muito a atenção dos geógrafos físicos que, pelo contrário, optavam pelo estudo da mudança ambiental antes do homem, para buscar conhecer processos não modificados por ele ou, quando muito, incluir o homem como elemento secundário ou apêndice"*. (pág.181)

Dentro deste novo enfoque de pesquisa, temos o crescimento acelerado da metrópole de São Paulo nos últimos 50 anos como um fenômeno dos mais considerados por pesquisadores de várias áreas do conhecimento, pois propiciou modificações profundas e rápidas na paisagem que implicaram na mudança de qualidade dos ambientes socialmente produzidos.

Por ser uma ciência de síntese, a geografia oferece diversas possibilidades na busca de novos parâmetros para o reconhecimento da relação sociedade/natureza. Grande parte deste esforço vem sendo desenvolvido pela geografia física aplicada que visa estudar os componentes da natureza de forma integrada, podendo, com isso, contribuir em várias escalas do planejamento territorial e ambiental.

Este estudo procurou empregar parte das orientações metodológicas que inserem o componente antrópico como agente modificador de processos geomorfológicos em uma área representativa da expansão urbana e seus problemas na cidade de São Paulo.

Nir (1983) aponta modalidades relevantes, impostas pelo uso do solo antrópico, que promovem mudanças geomorfológicas importantes, tais como o desmatamento, atividades de pastoreio e agricultura, mineração, intervenções lineares decorrentes de obras para transporte (ferrovias, rodovias, pontes, etc), intervenções no sistema hidrológico tais como retificações, represamentos e diques, mudanças na linha da costa e processos decorrentes da urbanização.

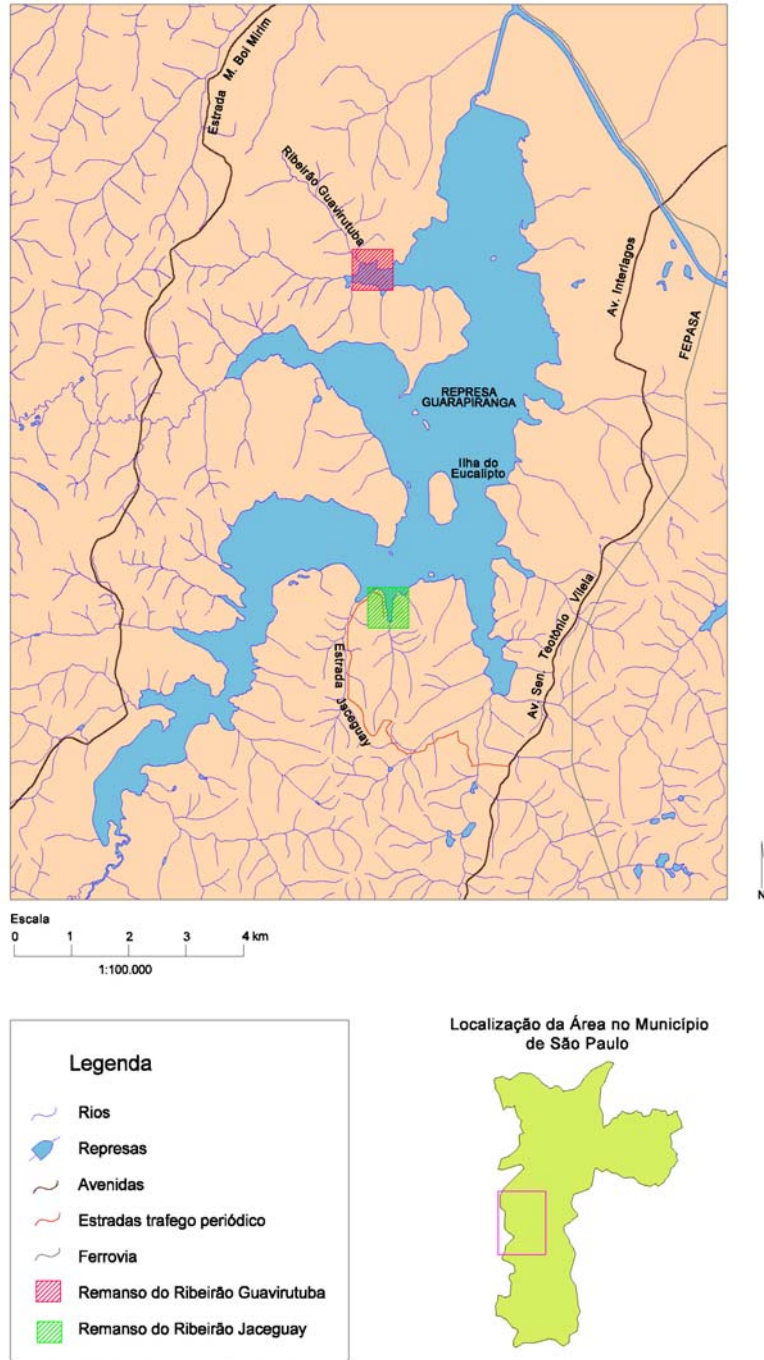
Nesta pesquisa a principal modalidade de intervenção abordada é a urbanização através do estudo de caso da expansão urbana verificada nas mudanças morfológicas ocorridas nos remansos de duas bacias hidrográficas. Secundariamente foram estudados os impactos de represamentos, uma vez que estas bacias hidrográficas estão inseridas em um manancial, tendo sua foz em uma represa.

A escolha das bacias hidrográficas como referência de análise é baseada na teoria sistêmica (CHRISTOFOLETTI, 1979) rediscutida por Monteiro (2000). A Bacia Hidrográfica

é um sistema aberto, que envolve troca de energia e matéria com outros sistemas, mas realiza processos (intemperismo, erosão, transporte e sedimentação) circunscritos aos seus limites e passíveis, portanto, de serem mensurados, especialmente na saída do sistema (foz).

Para a escolha da área de estudo, foi realizado um pré-levantamento e selecionadas áreas onde a interferência antrópica pudesse ser avaliada e comparada utilizando-se os recursos oferecidos pela cartografia geomorfológica. A área escolhida foi a Represa Guarapiranga, o segundo maior reservatório para abastecimento de água na Região Metropolitana de São Paulo. Por ser uma represa voltada ao abastecimento, trata-se de um ambiente de deposição que apresenta pouca oscilação, funcionando como uma espécie de "caixa de registro" dos processos que ocorreram em seu entorno.

Para análise comparativa numa escala mais detalhada, foram selecionados dois remansos de bacias hidrográficas afluentes que, por estarem na interface entre as dinâmicas fluvial e lacustre, possibilitam avaliar as mudanças geomorfológicas (formas, processos e materiais) gerados por ações antrópicas nestas sub-bacias: Trata-se da bacia hidrográfica do Ribeirão Guavirutuba e da bacia hidrográfica do Ribeirão Jaceguay (Figura 1). A primeira apresenta-se atualmente com uma urbanização consolidada principalmente por construções de baixo padrão e a segunda apresenta predominantemente mata semi-preserveda, uso agrícola e recreativo.



Fonte: IBGE, Cartas Topográficas. Escala 1:50.000. Folha São Paulo, Osasco, Riacho Grande e Embu-Guaçu. Rio de Janeiro, 1975 a 1995.
 Elaboração e Organização: Juliana de Paula Silva e Alexandre Iamamoto Ciuffa, 2002

Figura 1: Localização da Área de Estudo

O objetivo central desta pesquisa é reconhecer e dimensionar o papel da urbanização no meio tropical úmido como uma modalidade de intervenção capaz de imprimir uma nova morfodinâmica em sistemas geomorfológicos como bacias hidrográficas, canais fluviais, planícies de inundação e reservatórios, privilegiando o reconhecimento da evolução geomorfológica na interface flúvio-lacustre (bacia hidrográfica X reservatório).

METODOLOGIA

Esta análise (comparação de uma bacia urbanizada e outra com pequena intervenção antrópica) foi desenvolvida essencialmente através da correlação dos dados espaciais levantados por meio da cartografia geomorfológica retrospectiva (mudanças nas formas, análise da deposição de materiais tecnogênicos, desvios nos canais fluviais, entre outros) e de dados referentes à evolução do uso da terra em cada bacia hidrográfica.

Foram utilizados nesta pesquisa os subsídios oferecidos pela geografia física, geomorfologia antropogênica e especialmente da cartografia evolutiva. Através destes, foram gerados resultados e avaliados parâmetros para se reconhecer e dimensionar, através da análise comparativa, as taxas resultantes de processos internos em sistemas físicos pouco perturbados e sistemas físicos com urbanização consolidada. Esse tipo de avaliação, que focaliza o impacto das ações antrópicas no meio tropical úmido, pode contribuir para a discussão dos geoindicadores (COLTRINARI & MCCALL, 1995; GUPTA, 1999a, 1999b).

Os mapas foram elaborados através da correlação entre as bases cartográficas e as fotografias aéreas. Este procedimento possibilitou gerar produtos cartográficos com alto grau de precisão, uma vez que fotografias aéreas em escalas menores (1:25:000) foram ajustadas em uma base de escala maior (1:5.000) possibilitando a comparação entre vários anos, ainda que as fontes (fotografias aéreas) não tenham sido obtidas na mesma escala.

A plotagem das fotografias aéreas sob as informações temáticas mapeadas possibilitou uma leitura mais completa destas informações, uma vez que a fonte de dados fica explícita ao leitor.

Foram realizados trabalhos de campo para averiguação das informações levantadas pela fotointerpretação e caracterização parcial dos sedimentos depositados nos remansos.

As categorias selecionadas na legenda temática para os mapas evolutivos da morfologia dos remansos foram:

- Colmatagem completa: áreas que foram anteriormente lagos e encontram-se totalmente assoreadas, com dinâmica variável entre o setor de baixa vertente ou planície de inundação. A presença de vegetação facilita a identificação destas áreas em relação à próxima categoria.
- Segundo Nível de colmatagem: áreas que estão na interface flúvio lacustre, funcionando ora como planície de inundação, ora sendo inundada pela represa. Esta dinâmica intermitente não possibilita a presença de vegetação.
- Primeiro nível de colmatagem: áreas permanentemente inundadas pela represa com avanço de plumas de sedimentação.
- Base de vertente: áreas desprovidas de vegetação que, no entanto, não podem ser confundidas com o segundo nível de colmatagem, pois são vertentes declivosas onde devem predominar processos erosivos típicos desse sistema. Estas áreas aparecem apenas nas fotografias obtidas em épocas em que o nível de água da represa estava relativamente mais baixo.

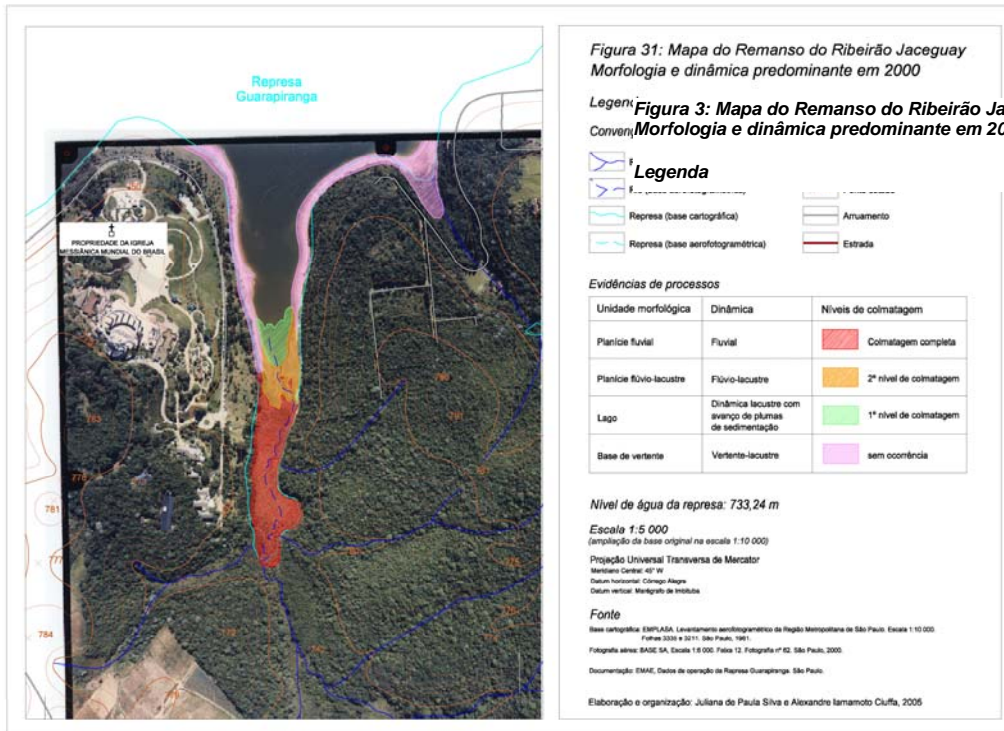
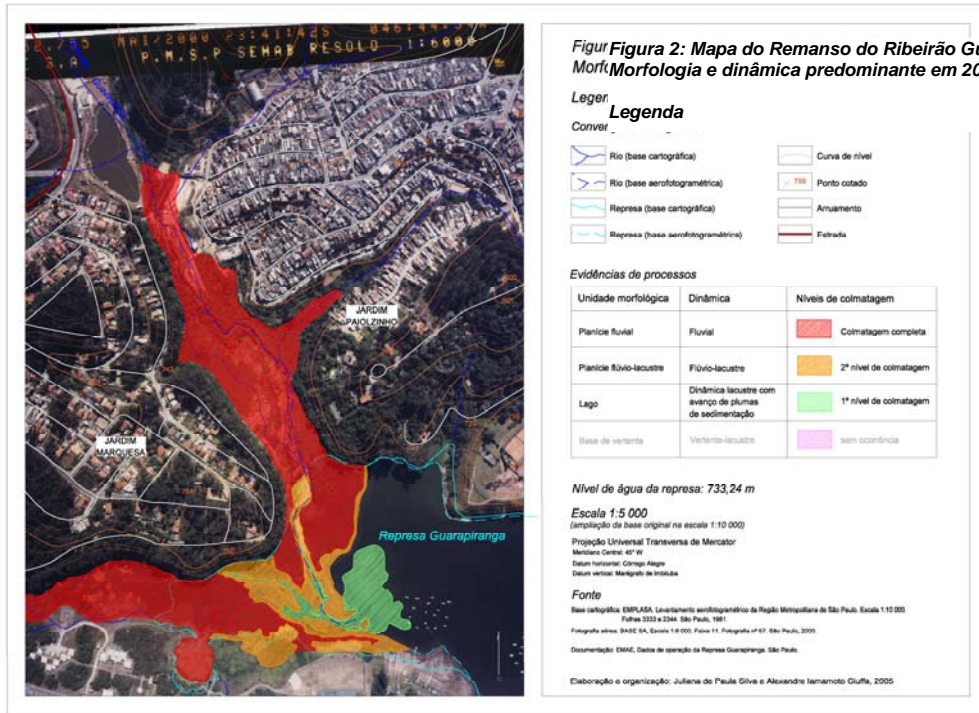
Outro dado interpretado foi a mudança na localização dos canais fluviais. Para tal fim a representação da hidrografia da base cartográfica (canais e contorno da represa) foi mantida como referência e plotada nos mapas com traço contínuo, e as informações obtidas pela restituição das fotografias aéreas foram inseridas como linhas pontilhadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Devido à instabilidade das áreas de remanso percebem-se mudanças na posição dos canais em quase todos os anos mapeados. Estas mudanças podem ser decorrentes de ações antrópicas diretas como a retificação de parte dos canais da bacia do Ribeirão Guavirutuba (como observado a partir da fotografia de 1986), ou indiretas pela deposição de material tecnogênico facilmente remobilizável neste ambiente dinâmico, uma vez que o rio está permanentemente buscando ajustes decorrentes das mudanças nas bacias hidrográficas.









As figuras 2 e 3 são exemplos dos mapas produzidos em todos os anos e remansos selecionados (1932, 1962, 1972, 1986, 1994 e 2000). Para ser inserido neste artigo os mapas estão fora da escala original (1:5.000), pois sua dimensão na escala correta ocupa o tamanho

A3. Os exemplos são os mapas elaborados a partir de fotografias aéreas de 2000 (último ano considerado na análise) mostrando as áreas de colmatagem final em cada remanso.



A tabela 1 detalha as categorias identificadas no levantamento de uso do solo das bacias Hidrográficas selecionadas:

Tabela 1: Categorias de análise dos gráficos de uso da terra

Tipo de área	Legenda	Uso	Observações complementares
Áreas não urbanizadas		Mata secundária	Áreas de Mata Atlântica
		Predomínio de gramíneas	Vegetação de porte arbustivo
		Agricultura ciclo curto	Cultivo de espécies agrícolas de ciclo curto
		Solo Exposto	Áreas sem nenhum tipo de cobertura vegetal
Áreas modificadas em função da urbanização		Loteamento	Áreas com predominância de mata ou gramínea com arruamento
		Urbanização baixa densidade	Até 40% de áreas impermeabilizadas em relação às áreas vegetadas
		Urbanização média densidade	40 a 70% de áreas impermeabilizadas em relação às áreas vegetadas
		Urbanização alta densidade	Mais de 70% de áreas impermeabilizadas em relação às áreas vegetadas

Elaboração e Organização: Juliana de Paula Silva, 2005

A análise foi desenvolvida essencialmente através da correlação entre as categorias de uso da terra em cada ano considerado e os níveis de colmatagem identificados nas fotografias aéreas.

Apesar das mudanças encontradas na Bacia do Ribeirão Jaceguay, especialmente no ano de 1972, quando se pode observar taxas de erosão e conseqüentemente colmatagem mais altas, decorrentes de uso agrícola/solo exposto, a taxa final de colmatagem completa encontrada em 2000 foi muito maior no remanso do Ribeirão Guavirutuba (2,5%) do que no remanso do Ribeirão Jaceguay (0,99%).

Esta análise vem comprovar, em termos quantitativos, a tese de que áreas com alto potencial erosivo podem apresentar taxas de erosão aceleradas quando submetidas a uma urbanização de alta densidade, como podemos observar nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2: Evolução da Colmatagem completa +2º nível de Colmatagem X Taxas de Urbanização na Bacia do Ribeirão Guavirutuba

Ano	Colmatagem completa + 2º nível de Colmatagem (%)	Taxa de Urbanização - Baixa densidade (%)	Taxa de Urbanização - Média densidade (%)	Taxa de Urbanização - Alta densidade (%)	N.A. represa
32	0,39	-	-	-	734.13
62	0,63	12,9	-	-	735.8
72	1,47	8,9	54,6	-	733.96
86	3,07	7,1	3,6	59,4	734.01
94	2,2	4,8	8,8	73,4	735.38 – 734.98
2000	3,06	5,1	8,7	73,5	733.24

Elaboração e Organização: Juliana de Paula Silva, 2005

Tabela 3: Evolução da Colmatagem completa +2º nível de Colmatagem X Taxas de Urbanização na Bacia do Ribeirão Jaceguay

Ano	Colmatagem completa + 2º nível de Colmatagem (%)	Taxa de Urbanização - Baixa densidade (%)	Taxa de Urbanização - Média densidade (%)	Taxa de Urbanização - Alta densidade (%)	N.A. represa
32	0,061	-	-	-	734.13
62	0,62	-	-	-	735.8
72	1,18	-	-	-	733.96
86	1,57	11,3	-	-	734.01
94	0,78	7,9	-	-	735.38 – 734.98
2000	1,82	6,8	-	-	733.24

Elaboração e Organização: Juliana de Paula Silva, 2005

Os resultados na bacia do Ribeirão Guavirutuba concordam com resultados encontrados na bibliografia consultada relativa a esta área (LIMA, 1990) e (CAMPAGNOLI, 2000), pois, de fato encontramos as maiores taxas de colmatagem nos anos em que ocorreram perturbações ativas na morfologia original, decorrentes de desmatamentos seguidos de cortes e aterros para instalação de arruamentos e lotes construídos.

Na Bacia do Ribeirão Jaceguay, encontramos as maiores taxas de colmatagem nos anos em que a atividade agrícola (culturas de ciclo curto), e a ocorrência de áreas de solo exposto, devido esta atividade, apresentaram maiores taxas no uso da terra. Nos anos 1994 e 2000 estas taxas diminuem em decorrência de uma recuperação da mata secundária em grande parte da Bacia Hidrográfica.

Outra constatação que vem comprovar a teoria é a de que as áreas de remansos são instáveis, não apenas pela variação do nível de água da represa, mas também pelo resultado

dos processos de erosão/sedimentação que envolvem a dinâmica de uso da terra de toda a área da bacia hidrográfica contribuinte (OLIVEIRA, 1994).

Desta forma pode-se explicar, por exemplo, como as áreas de colmatagem completa + segundo nível de colmatagem diminuíram entre os anos de 1986 (3,07%) e 2000 (3,06) apesar do incremento de urbanização de alta densidade de 59,4 para 73,5%.

O fato relevante é relacionado justamente à dinâmica de urbanização. Apesar do aumento da urbanização de alta densidade entre os anos de 1986 e 2000 ser de 14,1%, o maior salto deu-se entre 1972 e 1986 (59,4%). Desta forma, foi neste período que ocorreram as maiores taxas de erosão decorrentes do desmatamento seguido de cortes para arruamentos e construções.

Quando este aporte de sedimentos diminuiu, os materiais anteriormente sedimentados foram sendo retrabalhados e levados para níveis mais profundos da represa, sendo que a taxa de materiais transportados para o remanso foi gradativamente diminuindo, concomitantemente com o esgotamento das áreas a serem desmatadas e construídas.

CONCLUSÕES

Os resultados da pesquisa não são relativos apenas aos dados quantitativos provenientes da análise das taxas de colmatagem X uso do solo nas bacias hidrográficas selecionadas, mas também à utilização dos parâmetros recomendados para a inserção do antrópico como modificador destas taxas e balanços nos processos geomorfológicos.

A metodologia empregada foi considerada satisfatória, uma vez que a análise de mudanças espaciais realizada por meio da fotointerpretação e da cartografia digital geraram resultados significativos dentro da temática proposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPAGNOLI F. **A aplicação do assoreamento na definição de Geoindicadores ambientais em áreas urbanas – Exemplo na Bacia do Alto Tietê, SP. São Paulo.** Tese de Doutorado, POLI-USP, 2002.

COLTRINARI, L.& McALL, G.J.H. Geoindicadores: Ciências da Terra e Mudanças Ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo DG/FFLCH-USP, n.9, 1995.

GREGORY, K.J. **A natureza da geografia física.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

GUPTA, A. Geomorphology and the urban tropics: building na interface between research and usage. **Geomorphology**. n. 31, 1999a.

LIMA, C.R. **Urbanização e intervenções no meio físico na borda da Bacia Sedimentar de São Paulo: uma abordagem geomorfológica.** São Paulo DG/FFLCH-USP, Dissertação de Mestrado, 1990.

MONTEIRO, C.A.F. **Geossistemas. A História de uma procura.** São Paulo: Editora Contexto, 2000.

MENDES, D. & CARVALHO, M.C.W. A ocupação da Bacia do Guarapiranga: Perspectiva histórico-urbanística. FRANÇA, E. (org) **Guarapiranga: Recuperação urbana e ambiental no Município de São Paulo.** São Paulo: M. Carrilho Arquitetos, 2000.

NIR, D. **Man, a geomorphological agent: na introduction to a antropic geomorphology.** Jerusalém, Ketem Pub. House. 1983.

RODRIGUES, C. **Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros.** São Paulo DG/FFLCH-USP, Tese de Doutorado, 1997.

RODRIGUES, C. A urbanização da metrópole sob a perspectiva da Geomorfologia: Tributo a leituras geográficas . In: CARLOS, A. F., OLIVEIRA, A.U. (Org.). **Geografias de São Paulo.** São Paulo: Editora Contexto, 2004. p.89-114.