UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

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

Dissertação de Mestrado

Juliana de Paula Silva

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Cleide Rodrigues

São Paulo, Dezembro de 2005

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios:
Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

*Aos meus pais
Fausto e Cida*

*À minha avó
Ana*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à minha orientadora Prof^a Dr^a Cleide Rodrigues pela seriedade e comprometimento nas orientações, mas também pela amizade e companheirismo que possibilitaram muitos momentos agradáveis nestes anos de convivência.

Ao Manoel de Oliveira e à Lylian Coltrinari pelas contribuições preciosas no exame de qualificação.

Ao amigo Alexandre Iamamoto Ciuffa, que me ajudou com paciência e perfeccionismo na confecção dos produtos cartográficos desde o projeto de pesquisa até a impressão dos mapas finais!

Ao companheiro de trabalho Jorge Luis dos Santos e ao Rodrigo Gonçalves pela paciência de tentar inserir uma geógrafa no mundo da engenharia cartográfica e seus softwares mirabolantes.

À Priscila Leonardo e à Eliane Aparecida Neres pela força na confecção das bases cartográficas.

Ao pessoal do IGC Tonhão, Eliana, Tereza e Celso que sempre mantiveram as portas abertas para a eterna ex-estagiária que vez por outra aparecia pedindo “socorro”.

Ao Engenheiro Dirceu e à Regina da Unidade de Gerenciamento do Programa Guarapiranga por disponibilizarem para consulta todo o material produzido pelo programa.

À Isabel da Fundação Patrimônio Histórico Energético de São Paulo pelo auxílio na pesquisa dos materiais do arquivo.

Ao Gustavo, André e Nilton pela ajuda no trabalho de campo.

Ao Benê do Laboratório de Sensoriamento Remoto que sempre me apoiou na pesquisa e levantamento de dados aerofotogramétricos.

Ao Evandro e à Marília pelas dicas rápidas na produção dos gráficos.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

À minha English Teacher Dirce pela revisão do Abstract quase na véspera de natal!

Ao Serginho pela paciência de aturar o stress no período final da dissertação e pela ajuda na formatação e impressão do texto.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta na superação de mais este desafio em minha vida acadêmica.

MUITO OBRIGADA!!!

RESUMO

Os problemas ambientais gerados pelo crescimento urbano acelerado nos últimos 50 anos tem trazido graves conseqüências para o conjunto da população residente nos grandes centros urbanos. Por este motivo muitos cientistas, especialmente na área de ciências da Terra, têm buscado o desenvolvimento de novas técnicas, metodologias e parâmetros para dimensionar, reconhecer e reverter e/ou atenuar os efeitos destes processos de degradação.

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.

Através deste objetivo central buscou-se aplicar e testar metodologias e parâmetros propostos pela geomorfologia antrópica no contexto de um país em desenvolvimento localizado no domínio climático tropical úmido.

Segundo RODRIGUES (1997a) por meio da utilização das ferramentas da geomorfologia, é possível desenvolver propostas metodológicas específicas que inserem a ação antrópica como agente modificador de sistemas da superfície terrestre, tal como em TOY & HADLEY (1987); DOUGLAS (1983); TRICART (1977); TRICART & KILLIAN (1979); NIR (1983); DOUGLAS (1983); HART (1986); VERSTTAPEN (1983); GUPTA (1999a) e COLTRINARI (2001).

Nesta pesquisa, uma parte deste referencial metodológico foi aplicado, como a antropogeomorfologia NIR (1983), a cartografia geomorfológica RODRIGUES (1997a); LIMA (1990) e os Geoindicadores COLTRINARI (2001); GUPTA, (1999b) para avaliar e comparar quantitativamente e qualitativamente as mudanças geomorfológicas (formas, processos e materiais) observadas na interface flúvio-lacustre (remansos) de duas Bacias Hidrográficas, uma com quase toda a área em estágio avançado de urbanização e outra com a maior parte de sua área sem perturbação antrópica.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

A comparação entre os resultados encontrados em cada Bacia Hidrográfica possibilitou acompanhar as mudanças promovidas pela urbanização durante o período estudado.

As áreas escolhidas como objeto de estudo são duas sub-bacias hidrográficas inseridas no manancial 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. Por outro lado, a importância da represa no contexto metropolitano proporcionou uma geração contínua de dados ao longo de todo o séc. XX que ainda se encontram disponíveis para consulta, tais como: fotografias aéreas, mapas, sondagens, dados de operação, entre outros.

As mudanças espaciais GREGORY (1992) 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 para a avaliação dos processos morfodinâmicos gerados pela urbanização após a construção da barragem do reservatório em 1906.

Os resultados encontrados foram de caráter quantitativo: área colmatada nos remansos selecionados e evolução do uso da terra nas bacias hidrográficas, qualitativos: mudanças espaciais na morfologia e nos canais fluviais promovidos pela urbanização, e analíticos, através do emprego e análise de novas metodologias que vêm enriquecer as possibilidades de aplicação da geografia física.

ABSTRACT

The environmental problems created by the accelerated urban growth in the last fifty years have brought severe consequences to the group of people living in big urban centers. For this reason many scientists, mainly in the field of Earth sciences, have searched the development of new techniques, methodologies and parameters to measure, recognize and attenuate the effects of these processes.

The central objective of this work is to recognize and measure, through a geomorphological reading, the urban expansion as a kind of human intervention that is able to modify geomorphological processes and bring new morphodynamics to affected physical systems.

Through this central objective the application and test of methodologies and parameters, proposed by the anthropogeomorphology for the context of a developing country located in the humid tropical climatic domain, was tried.

According to RODRIGUES (1997a), by using the tools of the geomorphology it is possible to develop specific methodological proposals that insert the human action as a modifier agent of the systems of the Earth surface, as in TOY & HADLEY (1987); DOUGLAS (1983); TRICART (1977); TRICART & KILLIAN (1979); NIR (1983); DOUGLAS (1983); HART (1986); VERSTTAPEN (1983); GUPTA (1999a) and COLTRINARI (2001).

In this research part of this methodological reference was applied, such as the Anthropogeomorphology NIR (1983), the Geomorphological Cartography RODRIGUES (1997a); LIMA (1990) and the Geoindicators COLTRINARI (2001); GUPTA (1999b) to evaluate quantitatively and qualitatively the geomorphological changes (shape, processes and materials) observed in the backwater of two drainage basins, one with almost all the area in an advanced stage of urbanization, and another with the greatest part of its area without human interference.

The comparison between the results found in each drainage basin enabled the follow-up of the changes generated by the urbanization during the studied period.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

The areas chosen as object of study are the two drainage basins that are in the source of Guarapiranga dam, located in the south zone of Sao Paulo. This selection was made mainly because of the similar morphological characteristics of the drainage basins, and because of the distinguished dynamic of the process of urbanization in each of them. On the other hand, their importance in the metropolitan context provided a continuous generation of data along the entire 20th century. These data are available for consultation as: air photographs, maps, exploration studies, operation data, among other things.

The spatial changes GREGORY (1992) occurred along the history of this dam and outskirts were analyzed through the cartographic production in detail scale (1: 5.000) for the years 1932, 1962, 1986, 1994 and 2000, in the selected backwaters for the evaluation of the morphodynamic processes generated by the urbanization after the construction of the dam in 1906.

The quantitative character results found were: silting areas in the selected backwaters and evolution of soil use; the qualitative character results were: spatial changes in the morphology and in the fluvial channels generated by the urbanization, and analytical through the use and analysis of new methodologies which enhance the possibilities of the application of the physics geography.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

SUMÁRIO

I - INTRODUÇÃO	14
II – OBJETIVOS	16
III – JUSTIFICATIVAS	18
IV - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	21
V – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	30
VI – REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS	42
VII - PROCEDIMENTOS	58
VII.1. Levantamento de dados	58
VII.2 - Sistematização dos dados:.....	67
VII.3- Correlação dos dados:.....	78
VII.4- Análise e interpretação dos dados:.....	78
VIII - RESULTADOS:.....	79
VIII.1 Evolução da colmatagem X Uso do solo.....	79
VIII.2 Evolução dos Remansos	84
VIII.2.1 - Da construção da represa a 1932	84
VIII.2.2 - De 1932 a 1962	87
VIII.2.3 – De 1962 a 1972:	91
VIII.2.4 - De 1972 a 1986	95

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

VIII.2.5 – De 1986 a 1994	100
VIII.2.6 – de 1994 a 2000	104
VIII.3 – Contribuições dos trabalhos de campo e das análises sedimentológicas	108
IX - CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
X - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
XI – ANEXOS	123

Lista de Figuras:

Figura 1: Esquema de formação de depósitos de sedimentos nos reservatórios com indicação dos principais problemas decorrentes.	20
Figura 2: Imagem de satélite: Landsat7 ETM+ (2000) - Delimitação aproximada das Bacias Hidrográficas selecionadas demonstrando os diferentes padrões de ocupação em cada uma.....	23
Figura 3: Localização da Área de Estudo.	24
Figura 4: Mapa Geológico da Bacia do Ribeirão Guavirutuba	26
Figura 5: Mapa Geológico da Bacia do Ribeirão Jaceguay	27
Figura 6: Perfil longitudinal do Ribeirão Guavirutuba	29
Figura 7: Perfil longitudinal do Ribeirão Jaceguay	29
Figura 8: Mapa de pontos de amostragem de Piston Corer (pontos 75 a 83)	34
Figura 9- Mapa de Isopropundidade do Reservatório Guarapiranga	36
Figura 10: Mapa de depósito de assoreamento do Reservatório Guarapiranga	41
Figura 11: Esquema de uma represa, evidenciando a grande variação de nível da água	57
Figura 12: Fragmento da Folha Topográfica da cidade de São Paulo e arredores	62
Figura 13: Fragmento do mapa: <i>General-Plan Showing (The São Paulo Tramway Light &Power Co. Ltda) - 1921</i>	63
Figura 14: Mapa Base da Região da Represa Guarapiranga - SP	64
Figura 15: Imagem de satélite: Landsat7 ETM+ (2000)	65
Figura 16 Mapa base da Bacia do Ribeirão Guavirutuba	69
Figura 17 Mapa base da Bacia do Ribeirão Jaceguay	70
Figura 18: Base cartográfica obtida através de fotografia aérea	75
Figura 19: Exemplo de overlay de restituição.....	77
Figura 20 Mapa do Remanso do Ribeirão Guavirutuba (1932).....	85
Figura 21 Mapa do Remanso do Ribeirão Jaceguay (1932).....	86
Figura 22 Mapa do Remanso do Ribeirão Guavirutuba (1962).....	89
Figura 23 Mapa do Remanso do Ribeirão Jaceguay (1962).....	90
Figura 24 Mapa do Remanso do Ribeirão Guavirutuba (1972).....	93
Figura 25 Mapa do Remanso do Ribeirão Jaceguay (1972).....	94
Figura 26 Mapa do Remanso do Ribeirão Guavirutuba (1986).....	98

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
 Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Figura 27 Mapa do Remanso do Ribeirão Jaceguay (1986).....	99
Figura 28 Mapa do Remanso do Ribeirão Guavirutuba (1994).....	102
Figura 29 Mapa do Remanso do Ribeirão Jaceguay (1994).....	103
Figura 30 Mapa do Remanso do Ribeirão Guavirutuba (2000).....	106
Figura 31 Mapa do Remanso do Ribeirão Jaceguay (2000).....	107
Figura 32 Exposição dos Gráficos de Uso da Terra e Níveis de Colmatagem nos Remansos de forma evolutiva	116

Lista de Tabelas:

Tabela 1: Compartimentação morfopedológica da área da Bacia contribuinte do Reservatório Guarapiranga	37
Tabela 2: Processos erosivos por compartimento morfopedológico	37
Tabela 3: Potencial erosivo dos compartimentos em função do uso do solo	38
Tabela 4: Contribuições do estudo para a lista de geoindicadores	49
Tabela 5: Levantamento das fotografias aéreas e dados de operação da Represa Guarapiranga	59
Tabela 6: Categorias de análise dos gráficos de uso da terra.....	81
Tabela 7: Evolução dos níveis de colmatagem na Bacia do Ribeirão Guavirutuba em área.....	82
Tabela 8: Evolução dos níveis de colmatagem na Bacia do Ribeirão Guavirutuba em porcentagem.....	82
Tabela 9: Evolução dos níveis de colmatagem na Bacia do Ribeirão Jaceguay em área.....	83
Tabela 10: Evolução dos níveis de colmatagem na Bacia do Ribeirão Jaceguay em porcentagem	83
Tabela 11: Evolução da Colmatagem completa +2º nível de Colmatagem X Taxas de Urbanização na Bacia do Ribeirão Guavirutuba	113
Tabela 12: Evolução da Colmatagem completa +2º nível de Colmatagem X Taxas de Urbanização na Bacia do Ribeirão Jaceguay	114

Lista de Gráficos:

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Gráfico 1: Evolução dos níveis de colmatagem no remanso do Ribeirão Guavirutuba	82
Gráfico 2: Evolução dos níveis de colmatagem no remanso do Ribeirão Jaceguay	83
Gráfico 3: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Guavirutuba em 1932	84
Gráfico 4: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Jaceguay em 1932	84
Gráfico 5: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Guavirutuba em 1962	87
Gráfico 6: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Jaceguay em 1962	87
Gráfico 7: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Guavirutuba em 1972	91
Gráfico 8: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Jaceguay em 1972	91
Gráfico 9: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Guavirutuba em 1986	95
Gráfico 10: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Jaceguay em 1986	95
Gráfico 11: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Guavirutuba em 1994	100
Gráfico 12: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Jaceguay em 1994	100
Gráfico 13: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Guavirutuba em 2000	104
Gráfico 14: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Jaceguay em 2000	104

Lista de Fotografias:

Fotografia 1: Detalhe da foz do Ribeirão Jaceguay	108
Fotografia 2: Área de colmatagem completa no Ribeirão Jaceguay	108
Fotografia 3: Diferentes tipos de vegetação no remanso de Ribeirão Guavirutuba	109
Fotografia 4: Diferentes tipos de vegetação no remanso de Ribeirão Guavirutuba	110
Fotografia 5: Diferentes tipos de vegetação no remanso de Ribeirão Guavirutuba	110
Fotografia 6: Detalhe do canal desviado para área de terraço originado por material tecnogênico	112
Fotografia 7: Material tecnogênico comprovando a origem dos sedimentos	112

Lista de Anexos:

Anexo I – Descrição das sondagens e dos resultados dos ensaios de concentração de P e Cu para os sedimentos de fundo do reservatório Guarapiranga (pontos próximos ao Ribeirão Guavirutuba)

Anexo II – Folder indicando o uso da terra na Igreja Messiânica próxima ao remanso do Ribeirão Jaceguay.

I - INTRODUÇÃO

De acordo com RODRIGUES (1997a), 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 antrópico como agente modificador de processos geomorfológicos em uma área representativa da expansão urbana e seus problemas na cidade de São Paulo.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

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 nos limites de duas bacias hidrográficas. Secundariamente serão 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 sistematizada em CHRISTOFOLETTI (1979) e rediscutida por MONTEIRO (2001). 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

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Ribeirão Guavirutuba e da bacia hidrográfica do Ribeirão Jaceguay¹ (Figura 3). A primeira apresenta-se atualmente com uma urbanização consolidada principalmente por construções de baixo padrão e a segunda apresenta predominantemente mata semi-preservada, uso agrícola e recreativo.

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).

II - OBJETIVOS

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).

¹ A Carta Topográfica 1:10.000 (EMPLASA, 1981) não traz o nome do rio principal de uma das bacias hidrográficas selecionadas, neste trabalho convencionou-se chamá-lo Ribeirão Jaceguay por sua proximidade à Estrada Jaceguay.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Por meio de indicadores como a modificação da morfologia de canais fluviais, a expansão das áreas de colmatagem e a análise dos materiais depositados é possível avaliar, entre outros, os efeitos da urbanização sobre a morfodinâmica das bacias hidrográficas, que passam a ter outro papel enquanto áreas fonte de sedimentos.

Por fim, a pesquisa propôs-se a contribuir na aplicação e teste de metodologias em construção, como a Antropogeomorfologia: NIR, (1983), a Cartografia Geomorfológica Evolutiva LIMA (1990); RODRIGUES (1997a, 2004) e os Geoindicadores COLTRINARI (2001); GUPTA, (1996b), em ambiente de clima tropical úmido.

Para se chegar aos objetivos principais foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- * Produzir documentos cartográficos na escala 1:5.000 (morfologia original e antropogênica) para análise espacial comparativa entre os remansos de duas bacias hidrográficas: Guavirutuba (altos índices de urbanização) e Jaceguay (predomínio de áreas de mata secundária). Os períodos considerados são os anos de 1932, 1962, 1973, 1986, 1994 e 2000. Esta comparação buscou as diferenças relativas à evolução das áreas de colmatagem, mudanças no curso dos rios e o tipo de material tecnogênico depositado nestes remansos.

- * Sistematizar e analisar informações obtidas a partir de documentos cartográficos, imagens de satélite e fotografias aéreas, sobre a evolução da urbanização nas sub-bacias hidrográficas nos anos citados anteriormente, segundo modalidades de urbanização significativas para a morfodinâmica, produzindo-se gráficos de uso da terra.

- * Levantar dados de operação da represa e dados sedimentométricos, cujas variáveis foram imprescindíveis para a análise das mudanças espaciais mapeadas.

Durante a pesquisa foram realizados o resgate da morfologia original e o cotejo das modificações ocorridas ao longo de quase uma centena de anos de história da represa. Por meio dessas análises foi possível reconhecer até que ponto estas mudanças foram provocadas diretamente pela urbanização, uma vez que esta foi tratada como agente

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

geomorfológico, capaz de modificar taxas de produção, transporte e sedimentação, vetores, velocidades e balanços de um sistema.

III - JUSTIFICATIVAS

Para chegar-se aos objetivos propostos, selecionou-se uma área de estudo que possibilitasse a aplicação de metodologias voltadas à inserção do antrópico em processos geomorfológicos. Para tal buscou-se duas bacias hidrográficas semelhantes em seus aspectos geomorfológicos fundamentais, mas que apresentam, entretanto, evolução do uso da terra diferenciada (uma com baixa perturbação antrópica e outra com quase 100% da área urbanizada).

A bacia pouco perturbada serviu como referência para análise das mudanças encontradas na bacia hidrográfica urbanizada. Desta forma os levantamentos/mapeamentos foram realizados sistematicamente em ambas para que os efeitos decorrentes da urbanização não fossem supervalorizados em relação aos processos decorrentes da dinâmica natural.

Para realizar esta análise comparativa foram utilizadas teorias e métodos desenvolvidos pela geografia física, essencialmente pela geomorfologia antrópica encontrados em TOY & HADLEY (1987); DOUGLAS (1983); TRICART (1977); TRICART & KILLIAN (1979); NIR (1983); LEWIN (1980); ORME (1981); DOUGLAS (1983); HART (1986); VERSTAPEN (1983); LIMA (1990); RODRIGUES (1997a).

A utilização destas referências em um estudo de caso no meio tropical úmido é, por si, uma importante justificativa desta pesquisa. Ou seja, o emprego destas metodologias recentes, que visam inserir o fator antrópico no entendimento dos processos geomorfológicos atuais é de extrema relevância para que estas passem a ser apropriadas de forma cada vez mais coerente nos países em desenvolvimento, especialmente os localizados em clima tropical úmido.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

A discussão dos geo-indicadores COLTRINARI & MCCALL (1995); COLTRINARI (2001); GUPTA (1999a, 1999b) também foi explorada para distinguir-se as causas naturais das antrópicas na análise evolutiva do modelado. Esta questão assume, atualmente, uma grande importância, na medida em que profundas modificações vêm ocorrendo de forma rápida no planeta Terra, tornando cada vez mais imprecisos os limites entre a dinâmica natural do planeta e aquela resultante das intervenções humanas. Com esta pesquisa, novos dados foram oferecidos para alimentar os debates e a própria composição da lista dos geoindicadores no meio tropical úmido.

Uma outra questão muito importante envolvendo, de um lado a atual escassez dos recursos naturais, e, do outro, a alta demanda exigida pelos grandes centros urbanos, é o problema relacionado ao assoreamento e perda da capacidade do volume útil de reservatórios de armazenamento de água para consumo ou geração energia elétrica.

Estudos voltados a esta problemática são cada vez mais necessários, uma vez que toda construção de barragem para represamento gera impactos ambientais de grandes proporções. Segundo (OLIVEIRA, 1994: 61) *“Se os reservatórios são de abastecimento de água, a perda de volume implica problemas de fornecimento de água, nos períodos de estiagem, nos quais a função regularizadora da acumulação fica prejudicada pelo volume assoreado”*. Além do assoreamento no corpo d’água do reservatório, OLIVEIRA (op. cit.) também chama atenção para a sedimentação nas áreas dos remansos: *“Os depósitos expressivos avançam para o reservatório, mas também para montante do remanso, devido à propagação remontante da atenuação da velocidade das águas. Este processo de desenvolvimento do depósito provoca o aumento progressivo da extensão de áreas marginais submetidas a enchentes. Além disto, o extravasamento do canal fluvial incrementa a erosão das margens, realimentando o processo. As desembocaduras, trechos de transição do regime fluvial para o lacustre, constituem, portanto, locais instáveis, não só devido à oscilação operacional do nível do reservatório, mas também pela alteração contínua das condições hidráulicas, provocada pelos processos locais de sedimentação e erosão”* (p. 63).

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

No presente estudo, a questão da dinâmica presente nos remansos de reservatórios foi abordada de forma preferencial, uma vez que houve um recorte espacial em dois remansos, cuja evolução foi detalhada através da cartografia geomorfológica evolutiva.

Encontramos também em CARVALHO (2000) um esquema que ilustra a formação dos depósitos devido à existência do reservatório, bem como os principais problemas decorrentes. (figura 1).

Figura 1: Esquema de formação de depósitos de sedimentos nos reservatórios com indicação dos principais problemas decorrentes.

Fonte: CARVALHO (2000, pág. 17)

Outro dado que justifica a relevância de pesquisas referentes a impactos resultantes de represamentos é a dificuldade no controle do assoreamento nos reservatórios. Segundo CARVALHO (2000: 97-100) o controle do assoreamento de reservatórios pode ocorrer de duas formas:

- Preventiva: através de cuidados na elaboração do projeto, controle de erosão na bacia de captação (este tipo de controle é extremamente complexo, uma vez que a área de drenagem de um reservatório é muito extensa) e do controle na deposição de sedimentos.
- Corretiva: quando não há monitoramento adequado pode ocorrer na fase de operação problemas decorrentes do assoreamento (como os citados na figura 1). Procura-se então, recuperar o volume perdido com medidas mitigadoras, que são muitas vezes caras e repetitivas, como a dragagem, o descarregador de fundo e o alteamento da barragem.

A partir de todas as problemáticas levantadas, esta pesquisa procurou contribuir gerando novos dados para o entendimento dos processos geomorfológicos, tanto naturais quanto antrópicos, no meio tropical úmido, onde a escassez de estudos ainda é muito grande.

IV- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Segundo PDPA Guarapiranga (2000), este reservatório está situado a 740 metros de altitude, a 23°43' de latitude sul e 46°32' de longitude oeste, possuindo uma área de drenagem de 631 Km², área superficial de 34 Km², volume de 195 x 10⁶m³, profundidade média de 5 a 7m e máxima de 13m, e um perímetro de 85 Km. A região de manancial inclui os municípios de Embu-Guaçu, São Paulo, Embu, Itapeirica da Serra, Cotia e Jujutiba. É o segundo maior manancial destinado ao abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo.

Nesta pesquisa foi realizado um recorte espacial em duas áreas de remanso do reservatório, como será detalhado posteriormente. O corpo d'água da Represa Guarapiranga situa-se na Região Sul do município de São Paulo, como demonstra a figura 3.

Do ponto de vista litológico, a represa situa-se no contato entre os sedimentos da Formação São Paulo e o embasamento cristalino, com formações pré-Cambrianas do Grupo São Roque. Segundo a Carta Geológica da Região Metropolitana da Grande São Paulo EMPLASA (1980), encontra-se nos arredores do reservatório micaxistos e/ou meta-arenitos

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

de médio grau metamórfico e xistos miloníticos em zonas de movimentação tectônica, além de migmatitos e gnaisses graníticos e miloníticos, referentes ao embasamento pré-Cambriano. Na Formação São Paulo, encontramos argilas, areias e cascalhos, além de depósitos alúvio-coluvionais relativos ao período Quaternário.

De acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo ROSS & MOROZ (1997), a Represa Guarapiranga está no contato entre o Planalto Paulistano/Alto Tietê (à esquerda) e o Planalto de São Paulo (à direita). No Planalto Paulistano predominam formas denudacionais cujo modelado constitui-se basicamente de morros médios e altos com topos convexos. As altimetrias predominantes estão entre 800 e 1.000 metros e as declividades variam de 20 a 30%. Os solos mais encontrados são do tipo Argissolo Vermelho-amarelo e Cambissolos, e a drenagem apresenta um padrão dendrítico. No Planalto de São Paulo predominam formas de relevo denudacionais cujo modelado constitui-se basicamente por colinas e patamares aplanados. As altimetrias variam entre 700 e 800 metros e as declividades oscilam de 10 a 20%. Os solos mais encontrados são Latossolo Vermelho-amarelo e Latossolo Vermelho-escuro.

A ocupação no entorno da represa é muito variada, apresentando desde áreas totalmente urbanizadas, ou em fase de expansão urbana (alto e baixo padrão), até regiões com uso agrícola e recreativo, conservando inclusive remanescentes da Mata Atlântica PDPA Guarapiranga (2000).

Neste contexto regional foram realizados dois recortes espaciais que possibilitam a abordagem analítica descrita nos objetivos: os remansos localizados na foz do Ribeirão Guavirutuba e do Ribeirão Jaceguay (figura 3). A escolha destes dois remansos deve-se ao fato das suas bacias hidrográficas apresentarem morfologia de vertentes, características hidrográficas (comprimento, declividade, ordem e hierarquia dos rios) e litologia semelhantes, porém uma história de ocupação diferenciada. A primeira apresenta uma fase de aproximadamente 20 anos de consolidação urbana de baixo padrão, onde há ocorrência de lotes em escadaria, ruas com e sem asfalto, terrenos desmatados, solo nu, cortes e aterros. A segunda ainda pode ser considerada uma região semi-preserveda, com uso agrícola, áreas de lazer e remanescentes de Mata Atlântica (figura 2).

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios:
Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Figura 2: Imagem de satélite: Landsat7 ETM+ (2000) - Delimitação aproximada das Bacias Hidrográficas selecionadas demonstrando os diferentes padrões de ocupação em cada uma.

Fonte: LASERE (Laboratório de Sensoriamento Remoto do Departamento de Geografia- FFLCH/USP).

N↑

Figura 3: Localização da Área de Estudo

FIGURA 3: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Fonte: IBGE, Cartas Topográficas. Escala 1:50.000. Folha São Paulo, Osasco, Rioch Grande e Embu-Quary. Rio de Janeiro, 1979 e 1995.
Elaboração e Organização: Juliana de Paula Silva e Alexandre Yamamoto Cluffa, 2002.

A seguir serão detalhados os parâmetros utilizados para seleção das duas sub-bacias:

- Ordem: As duas bacias são classificadas, segundo STRAHLER (1952), como bacias de terceira ordem.
- Área/ Perímetro: A bacia do Ribeirão Guavirutuba tem uma área de 3,7 Km² e perímetro de 9,0 Km. A Bacia do Ribeirão Jaceguay tem 1,83 Km² de área e 7,4 Km de perímetro.

Apesar de ficar evidente uma significativa diferença entre a área das duas bacias, isto foi considerado na análise dos dados. A escolha foi a mais viável dentro do contexto extremamente complexo da morfologia X urbanização nos arredores da Bacia de São Paulo.

- Geologia/Morfologia: Nas duas sub-bacias predominam os micaxistos, que estão relacionados às maiores altitudes e declividades, e aos relevos mais dissecados. Na cabeceira do Ribeirão Guavirutuba há também ocorrência de migmatitos com modelado pouco menos dissecado em relação aos micaxistos. Próximo aos níveis de base locais, encontram-se os sedimentos Quaternários, que são relacionados às superfícies mais aplanadas e menores declividades das bacias hidrográficas selecionadas. Os sedimentos Terciários são encontrados no Ribeirão Jaceguay em superfícies mais baixas, com menores declividade e dissecação em relação ao embasamento pré-Cambriano circundante.

As informações geológicas foram obtidas com base no Mapa Geológico EMPLASA (1984) em escala 1:50.000 que foram transferidas para a base cartográfica 1:10.000. (figuras 4 e 5)

**FIGURA 4:
MAPA GEOLÓGICO DA BACIA DO
RIBEIRÃO GUAIRUTUBA**

**FIGURA 5:
MAPA GEOLÓGICO DA BACIA DO
RIBEIRÃO JACEGUAY**

- Solos: De acordo com TSUGAWA (1998), encontram-se na Bacia do Ribeirão Guavirutuba Cambissolos e Solos Litólicos. A partir de análises granulométricas realizadas pela autora, caracterizou-se os Cambissolos encontrados no local como solos rasos (de 20 a 40 cm), com texturas que variam de argila a franco argiloso passando por franco argiloso siltoso, sendo que os valores de silte variam de 20 a 40%. Os Solos Litólicos encontrados nesta Bacia são também pouco evoluídos e muito rasos, apresentando afloramentos de rocha e horizonte C. Apresentam ainda elevados teores de minerais primários, onde observa-se a presença de elevada quantidade de micas e blocos de rocha semi-intemperizada. A quantidade de silte varia de 27 a 51%.

Não foram localizados estudos detalhados abordando a caracterização física da área onde a Bacia do Ribeirão Jaceguay está inserida. Entretanto podemos inferir que os solos encontrados são semelhantes aos da Bacia do Ribeirão Guavirutuba, uma vez que ambas apresentam semelhança no embasamento (predominância de Micaxistos), declividades acentuadas sob condições climáticas também semelhantes.

- Clima: Segundo MONTEIRO (1973) o clima da bacia de São Paulo é controlado por massas tropicais e polares, apresentando uma alta pluviosidade (cerca de 1500mm/ano) e temperaturas que variam de 21° C no verão e 14° C no inverno.

Estas características inserem a Bacia de São Paulo e seus arredores no domínio tropical úmido cuja característica marcante de altos índices de pluviosidades e temperaturas estão ligadas às altas taxas de meteorização química das rochas, acelerando o desenvolvimento de processos denudacionais.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

- Perfil Longitudinal:

Figura 6: Perfil longitudinal do Ribeirão Guavirutuba

Fonte: EMPLASA (1981) folhas 2344 e 3333
Elaboração: SILVA, Juliana de Paula (2003)

Figura 7: Perfil longitudinal do Ribeirão Jaceguay

Fonte: EMPLASA (1981) folha 3211
Elaboração: SILVA, Juliana de Paula (2003)

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

A análise dos perfis também demonstra uma diferença de tamanho entre dos dois rios principais. Nota-se uma maior declividade na área de cabeceira do Ribeirão Jaceguay. Este dado provavelmente está relacionado à ocorrência de migmatitos na cabeceira do Ribeirão Guavirutuba uma vez que esta litologia imprime, em geral, um modelado menos dissecado em relação aos micaxistos.

Deve-se ressaltar que a busca destes parâmetros para escolha das Bacias Hidrográficas a serem comparadas foi um passo muito importante da pesquisa. A identificação de duas áreas com características físicas originais semelhantes e uso da terra com grandes diferenças foi a mais apropriada dentro do complexo contexto geológico/geomorfológico dos arredores da Bacia de São Paulo.

O importante é observar que estas diferenças encontradas nos parâmetros físicos foram consideradas nas análises, evitando resultados equivocados e sem validade científica.

V - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa bibliográfica que aborda a evolução do uso da terra e características do meio físico no Manancial da Represa Guarapiranga, bem como estudos desenvolvidos, especialmente durante a realização do Programa Guarapiranga, que envolvem a erosão das bacias contribuintes e suas conseqüências no assoreamento da represa.

O reservatório Guarapiranga foi construído entre 1906 e 1908 pela então *"The São Paulo Tramway, Light & Power Co"* destinado à regularização da vazão do Rio Tietê e à geração de energia elétrica na Usina Hidrelétrica de Parnaíba instalada no mesmo rio. A partir de 1927 passou a contribuir para o abastecimento de água com mil litros/segundo MENDES & CARVALHO (2000).

Segundo SALES (2000), devido ao potencial paisagístico impresso pela represa até a década de 40, os usos nos seus arredores eram predominantemente destinados ao lazer dos paulistanos, como chácaras e clubes. Na década de 60, com a implantação do sistema

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

de marginais ao canal do Rio Pinheiros, houve um crescimento da malha urbana com o surgimento de edificações de alto padrão nas direções sul/sudoeste. Nas décadas de 70/80, com o deslocamento do setor terciário avançado às proximidades da Marginal do Rio Pinheiros esta tendência acentuou-se.

Paralelamente a isso, devido à crescente demanda por moradias populares, foi crescendo o número de edificações de baixo padrão na margem esquerda da represa (onde está situado o Ribeirão Guavirutuba), pois o relevo mais dissecado em áreas de manancial inviabilizava a construção de edificações regulamentadas. Segundo (LIMA, 1990: 32), neste período de grande expansão urbana o que se observa em São Paulo *“é a proliferação de loteamentos destinados à classe trabalhadora, em geral, clandestinos, e o processo de autoconstrução, em áreas desfavoráveis ao assentamento urbano, a proliferação de favelas, e a grande ineficiência das políticas habitacionais”*.

Na tentativa de organizar a expansão urbana acelerada em áreas de mananciais, que se acentuou em meados da década de 70, os responsáveis pelo planejamento metropolitano elaboraram as leis estaduais 898/75 e 1.172/76, que foram aprovadas com o intuito de preservar o conjunto de mananciais que alimentam as represas. Estas leis, entretanto, acabaram gerando um efeito inverso ao esperado: a proibição quase absoluta de qualquer tipo de edificação na área gerou uma desvalorização imobiliária e o avanço de construções irregulares de baixo padrão, carentes de qualquer infra-estrutura: SALES (2000).

De acordo com os relatórios do PDPA Guarapiranga, 2000 (Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do Guarapiranga), no início da década de 90, a proliferação de algas no corpo d'água da represa, fruto de contaminação direta e indireta, gerou uma preocupação com a qualidade da água e a conseqüente perda temporária ou definitiva do manancial para abastecimento público.

Para tentar reverter este processo, o Governo do Estado de São Paulo desenvolveu um projeto denominado “Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga”, entre os anos de 1993 e 2000, incluindo estudos que abrangeram os impactos da urbanização, um plano de gerenciamento e monitoramento, e a execução de obras e serviços visando a melhoria da qualidade de vida da população residente nos mananciais,

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

aliados à fiscalização e implantação de sub-projetos visando a contenção do crescimento urbano no local.

Após análise desses estudos, verificou-se uma maior ênfase na questão da qualidade da água no reservatório, privilegiando-se, portanto, análises químicas e biológicas em detrimento de análises sedimentométricas históricas e espaciais. Exceção seja feita à pesquisa sobre a dinâmica sedimentar do reservatório Guarapiranga, realizado pelo IPT/Jaakko Poyry Engenharia Ltda (IPT, 1998). Os dados gerados por essa pesquisa foram reaproveitados para um estudo posterior solicitado pelo PDPA Guarapiranga (IPT, 2000). Este estudo teve o seu foco voltado à quantidade de sedimentos depositados na represa, não levando em consideração as características e mudanças espaciais das áreas-fonte, as características e mudanças espaciais da interface fluvio-lacustre ou as modificações espaciais do contorno da represa (objeto da presente pesquisa).

De acordo com OLIVEIRA (1994) os dados disponíveis a respeito do assoreamento de reservatórios no Brasil, no seu conjunto, são escassos, indicando um quadro deficiente de informações perante o grande número de reservatórios implantados. Há o agravante da visão dicotômica reservatório X bacia hidrográfica que desconsidera que reservatório e bacia hidrográfica constituem um único sistema.

No caso da RMSP, o primeiro trabalho desenvolvido com objetivo de estudar a sedimentação em Reservatório de abastecimento foi realizado por PETRI & FULFARO (1965). Esta pesquisa foi motivada por uma intensa estiagem que assolou os anos de 1963 e 1964, trazendo como resultado redução de mais de 95% da área inundada do Reservatório Billings, (construído pelo represamento do Rio Grande e seu afluente Rio Pequeno em 1934).

Após trabalhos de observação no campo e análises granulométricas, chegou-se aos seguintes resultados *"A espessura dos sedimentos é pequena próximo às bordas, crescendo para o fundo. Atinge, em alguns pontos, a espessura máxima de 60 cm, mas em geral, é da ordem de 30 cm. Como a represa foi construída em 1934, temos cerca de 30 cm de sedimentos depositados em 30 anos, o que dá uma média de 1 cm de sedimentos por ano. Esse valor é muito elevado para sedimentos pelítico."* (PETRI & FULFARO, 1965: 9).

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

A seguir serão apresentados os principais trabalhos relacionados à sedimentação da Represa Guarapiranga que serviram como ponto de partida para esta pesquisa:

IPT (1998): Estudo da dinâmica sedimentar do Reservatório Guarapiranga. Relatório parcial. Relatório interno 36.546

Os objetivos principais deste trabalho são: amostragem por Piston Corer em pontos representativos da dinâmica sedimentar do reservatório; ensaios de teores de P e Cu nos sedimentos coletados; integração dos dados obtidos.

"O método de amostragem por Piston Corer consiste na cravação de um cilindro de 2 metros por meio de um peso de 60 Kg acoplado na sua porção superior. O disparo deste equipamento faz com que o cilindro penetre verticalmente no fundo do lago, e que a amostra fique retida em seu interior, preservada por uma pequena válvula localizada na extremidade inferior, preservada por uma pequena válvula localizada na extremidade inferior, evitando o derramamento da amostra quando sacada por um guincho sobre a embarcação" (IPT, 1998: 2).

Este procedimento seria o ideal para complementar a análise quantitativa do material tecnogênico depositado nos remansos, que são objeto de estudo nesta pesquisa. O grande problema encontrado foi a localização dos pontos. Enquanto há dois pontos próximos ao remanso do Ribeirão Guavirutuba, não há nenhum nos arredores do remanso do Ribeirão Jaceguay como podemos observar na figura 8. Este fato dificultou a complementação da análise com a comparação dos dados de sondagens.

Os pontos que estão localizados próximo ao remanso do Ribeirão Guavirutuba são os de número 77 e 78. A descrição destes pontos está no anexo 1.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Figura 8: Mapa de pontos de amostragem de Piston Corer (pontos 75 a 83)

Fonte: IPT (1998)

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

IPT (2000): Diagnóstico e monitoramento do assoreamento dos reservatórios da Região Metropolitana de São Paulo - Relatório parcial. Relatório interno 38.862.

Neste relatório, os dados coletados em outros estudos através do Piston Corer e do coletor do tipo Van Veen ou de mandíbula (que amostra cerca de 20 cm de profundidade) são utilizados para o entendimento dos mecanismos de causa-efeito induzidos pelos vetores de crescimento urbano, que podem ser equacionados discretizando-se os terrenos, ou seja, baseando-se nas diferenças de substrato geológico, geomorfologia e cobertura pedológica. Esta discretização define unidades de terreno de comportamento diferenciado frente aos processos erosivos, denominados de compartimentação morfopedológica.

As relações entre as diversas formas de uso do solo com os compartimentos morfopedológicos denotarão os potenciais de produção de sedimentos, definindo-se as sub-bacias potencialmente produtoras de sedimentos.

O entendimento destes impactos por sub-bacias permite correlações com a distribuição e dinâmica de cargas difusas que dirigem-se ao reservatório.

Os produtos finais foram :

* um mapa de Isoprofundidade (figura 9) gerado através da leitura da lâmina da água nos diversos pontos de coleta do Van Veen, que forneceu elementos básicos para uma batimetria preliminar do lago.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios:
Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Figura 9- Mapa de Isoprofundidade do Reservatório Guarapiranga

Fonte: IPT (2000)

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

* compartimentação morfopedológica da área da Bacia contribuinte do Reservatório Guarapiranga.

Tabela 1: Compartimentação morfopedológica da área da Bacia contribuinte do Reservatório Guarapiranga

Compartimentos Morfopedológicos	Características do meio físico
1-Planícies aluviais	Solos hidromórficos de várzea, sedimentos aluvionares quaternários, declividades inferiores a 3%, relevo plano.
2-Colinas da Fm. São Paulo	Solos latossolos de textura média e argilosa, declividades variando de 3 a 12%, relevo suave a ondulado, com sedimentos do Terciário-Quaternário da Bacia de São Paulo.
3-Colinas e Morrotes do embasamento pré-Cambriano	Solos latossolos de textura argilosa, podzólicos de textura argilosa/argilosa ou argilosa/muito argilosa, relevo suave ondulado, declividades variando de 6 a 12%, com litologias variadas do embasamento cristalino.
4-Morros do embasamento pré-Cambriano declividades médias.	Solos latossolos de textura argilosa ou média argilosa nos topos, gradando a podzólicos de textura argilosa/argilosa ou argilosa/média, ou a cambissolos de textura argilosa. Relevo ondulado. Declividades variando de 12 a 20% em média nas vertentes e da ordem de 6% nos topos.
5-Morros do embasamento pré-Cambriano declividades altas.	Solos latossolos de textura argilosa ou média argilosa nos topos, gradando a podzólicos de textura argilosa/argilosa ou argilosa/média, ou a cambissolos de textura argilosa e litólicos. Relevo ondulado e forte ondulado com vertentes de declividades acima de 30%.

Fonte: IPT (2000)

* tabela de processos erosivos por compartimento morfopedológico.

Tabela 2: Processos erosivos por compartimento morfopedológico

Compartimentos morfopedológico	Processos
1, 2	ocorre apenas erosão de margem de canal e deposição de material assoreado. Rastejos e escorregamentos associados a depósitos detriticos. Escorregamentos de movimentação de solo associado a condições hidrológicas especiais (nível d'água raso).
3	Rastejos e escorregamentos associados a depósitos de tálus e coluviões, escorregamentos de solo de geometria circular a planar, associados a trechos mais declivosos da classe. Erosão laminar baixa, erosão linear por ravinas e sulcos induzidos.
4	Erosão laminar moderada, erosão linear por ravinas induzidas. Rastejos e escorregamentos associados a depósitos de tálus e coluviões, escorregamentos de solo de geometria circular a planar, associados a trechos mais declivosos da classe.
5	Erosão laminar alta, erosão por ravinas e degraus nas encostas. Escorregamentos de saprolito/rocha, escorregamentos de solo com geometria planar, rastejos e escorregamentos associados a depósitos de tálus e colúvios de meia encosta.

Fonte: IPT (2000)

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

* tabela do potencial erosivo dos compartimentos em função do uso do solo.

Tabela 3: Potencial erosivo dos compartimentos em função do uso do solo

Compartimentos morfopedológicos	Categorias de uso do solo	Potencial erosivo
5	Áreas urbanas inconsolidadas	III-Alto
4	Áreas urbanas inconsolidadas	
3,4,5	Áreas de chácaras de lazer, pastagem, campos de cerrado, áreas urbanas consolidadas	II-Médio
1,2	Áreas de chácaras de lazer, pastagem, campos de cerrado, áreas urbanas consolidadas, áreas de mata, capoeira, vegetação de porte alto e reflorestamento.	I-Baixo

Fonte: IPT (2000)

* tabela do potencial de produção de sedimentos por sub-bacia: As bacias hidrográficas selecionadas nesta pesquisa (Guavirutuba e Jaceguay) não foram individualizadas devido a escala regional do estudo desenvolvido pelo IPT. Porém, de acordo com a correlação entre as características geológicas/morfológicas das bacias consideradas e os parâmetros utilizados na compartimentação física apresentada na tabela 3, podemos enquadrá-las, na maior parte de suas áreas, na categoria 5 (morros do embasamento pré-Cambriano com declividades altas).

Outro trabalho relevante é a tese de doutoramento de CAMPAGNOLI (2002) que aplica o assoreamento na definição de geoindicadores. Sua área de estudo é a Bacia do Alto Tietê, SP, porém, nesta bacia são realizados estudos de caso em outras escalas mais detalhadas.

Na escala 1:25.000, o autor selecionou as Bacias Hidrográficas dos Reservatórios Guarapiranga e Rio Grande, e na escala 1:5.000, a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guavirutuba e a Várzea do córrego Embu Mirim.

Dissertação de Mestrado: "Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo".
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Em virtude da coincidência na área de estudo (no caso do Reservatório Guarapiranga e do Ribeirão Guavirutuba), serão detalhados os resultados mais significativos encontrados pelo autor.

Segundo CAMPAGNOLI (2002: 112-113) o reservatório apresentou uma taxa de sedimentação alta, sendo que as maiores provavelmente tenham ocorrido entre os anos 70 e 90. Isto pode ser comprovado através da mensuração da espessura dos depósitos bem como pelo assoreamento de várzeas contribuintes que sofreram recuos da margem de até 1 Km em alguns casos. (Estes dados foram confirmados nesta pesquisa).

Analizando a Bacia Hidrográfica do Guarapiranga como um todo, o autor utiliza os dados já apresentados neste trabalho, encontrados em IPT (1998), uma vez que o coordenador do trabalho foi o próprio autor da tese em questão.

Ampliando a escala de análise, CAMPAGNOLI (2002) afirma que *"as sub-bacias mais críticas, contribuintes do reservatório Guarapiranga, Embu Mirim e Riviera apresentam peculiaridades que interferem diretamente no assoreamento do reservatório. Em termos de capacidade de transporte, a pequena sub-bacia Riviera exibe um potencial de impacto muito maior que a sub-bacia Embu-Mirim, a maior de todas em área, na qual ocorrem diversas cavas antigas para extração de argila, que funcionam como "traps" de retenção de sedimentos. Além disso, toda a carga de sedimentos produzida precisa ultrapassar extensas várzeas até atingir o lago."* A seguir, ressalta que *"as pequenas bacias urbanas, próximas ao lago, apresentam um risco maior, devido ao pequeno tempo de residência dos sedimentos em trânsito"* (págs. 117-118).

A bacia do Ribeirão Guavirutuba está inserida, de acordo com os critérios deste estudo, na *"pequena sub-bacia Riviera"* citada anteriormente.

Outro elemento a ser considerado é que o maior tempo de residência dos sedimentos nas bacias maiores *"facilita intervenções preventivas e corretivas a fim de mitigarem-se os impactos. Nas pequenas bacias próximas ao lago, a intervenção acontece de forma mais complicada pelo fato de essas áreas consolidarem-se rapidamente no processo de*

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

urbanização, com moradias, comércio, indústria e pavimentação da rede viária”
(CAMPAGNOLI, 2002: 119).

Na presente pesquisa, ambas as bacias selecionadas apresentam a característica de serem pequenas e próximas ao lago, de forma que a busca pelo efeito da urbanização como elemento diferenciador contribui para este tipo de discussão.

CAMPAGNOLI (2002) faz referência em sua tese ao trabalho de TSUGAWA (1998) que trata-se de uma monografia de bacharelado co-orientada por ele. Neste trabalho a autora confecciona uma carta de risco potencial a processos geológicos para a Bacia do Guavirutuba, levando em conta principalmente a declividade, os tipos de solos e o uso da terra atual.

A autora elabora também ensaios sobre a erodibilidade dos solos encontrados na Bacia (cambissolos e solos litólicos) chegando a uma alta erodibilidade em ambos os casos, ou seja, tanto os Cambissolos quanto os solos litólicos possuem Baixa Resistência à erosão. (TSUGAWA, 1998: 54)

A figura a seguir é o mapa de depósito de assoreamento do Reservatório Guarapiranga encontrada em CAMPAGNOLI (2002).

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Figura 10: Mapa de depósito de assoreamento do Reservatório Guarapiranga

Fonte: CAMPAGNOLI (2002: 117)

Devido à ocupação intensa e os conseqüentes problemas refletidos na manutenção do manancial gerou-se uma maior disponibilidade de dados na Bacia do Ribeirão Guavirutuba.

O Ribeirão Jaceguay, que ainda apresenta uma ocupação bastante controlada não foi objeto de estudo específico, e nos trabalhos consultados que envolvem a Bacia do Guarapiranga, poucos dados relativos a esta área foram encontrados.

Por este motivo, as análises serão baseadas nos mapas encontrados (muitos em escalas média e pequena), nos trabalhos de campo, e, essencialmente, nos dados obtidos através das fotografias aéreas selecionadas.

VI- REFERÊNCIAS TEÓRICO METODOLÓGICAS

Apesar da apropriação do homem como agente geomorfológico ocorrer de forma mais explícita somente a partir da década de setenta do século XX, foram produzidas algumas obras importantes sobre o tema desde o século XVII, como “Man and Nature” MARSH (1864) e *Physysical Geography as modified by human action* (apud: GREGORY, 1992), além de capítulos de livro que consideram o antrópico, ainda que de forma não direta, como agente modificador dos processos naturais. RODRIGUES (1997a)

Outras considerações importantes para inserção da variável antrópica em geografia física e, mais especificamente, em geomorfologia são encontrados em obras inspiradas na abordagem sistêmica, originária da termodinâmica. *Com essa filogenia conceberam-se modelos, metodologias e referências, tais como modelos organizados e desenvolvidos inicialmente por CHORLEY (1964, 1974), a abordagem da ecologia da paisagem (TROLL, 1966; DELPOUX, 1974), a abordagem geossistêmica (SOTCHAVA, 1960; BERTRAND, 1968), a análise morfodinâmica (TRICART, 1977) ou ecodinâmica (TRICART & KILLIAN, 1978) ou as abordagens demonstradas por ROUGERIE & BEROUTHAGHVILI (1991) (RODRIGUES, 2004: 90). A autora destaca ainda outras noções e princípios relevantes como a teoria do equilíbrio dinâmico HACK (1964), a noção conjunta de magnitude e frequência e limiares geomorfológicos SHUM (1973, 1979); COATES & VITEK (1980) e o princípio da consideração de escalas espaço-temporais múltiplas GUERASIMOV (1946); CAILLEUX & TRICART,(1965) entre outras.*

Segundo RODRIGUES (2004), apenas recentemente a inserção do antrópico em estudos do meio físico vem sendo realizada de forma mais padronizada e articulada. A autora faz uma revisão da literatura em geomorfologia e dos principais estudos realizados no Brasil envolvendo planejamento físico-territorial e a abordagem do antrópico em Geografia Física e Geomorfologia. Em sua sistematização, propõe um resgate dos princípios básicos de geomorfologia pura e a utilização de um conjunto de orientações advindas de estudos que se preocupam especificamente com o dimensionamento e previsão dos efeitos das ações antrópicas como agente geomorfológico. A autora destaca a coerência e complementariedade dessas propostas. Os autores e referências citados nesta linha de pesquisa foram TOY & HADLEY (1987); DOUGLAS (1983); TRICART (1977);

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

TRICART & KILLIAN (1979); NIR (1983); LEWIN (1980); ORME (1981); DOUGLAS (1983); HART (1986); VERSTAPEN (1983).

Até a atualidade, os trabalhos brasileiros que utilizam o aparato metodológico fornecido pela geomorfologia antrópica ainda são desenvolvidos de forma muito tímida. Por outro lado, ao invés das metodologias adequadas serem incorporadas pelos estudos técnicos, os "erros" técnicos acabam sendo introduzidos de forma descuidada, no meio acadêmico, comprometendo a qualidade e atualidade das pesquisas em relação aos avanços científicos verificados até o presente RODRIGUES (1997). Esta tendência do descompromisso metodológico acentua-se com a crescente demanda de trabalhos rotulados “ambientais”, produzidos, muitas vezes, de forma simplista e equivocada, por profissionais não capacitados metodologicamente a lidar com as todas as variáveis imprescindíveis para tais análises.

Com a finalidade de sistematizar e orientar os estudos relacionados com a inserção do antrópico como agente modificador do meio físico, RODRIGUES (2004 págs. 94 a 102) faz uma seleção de propostas de princípios basilares apresentados no Simpósio Internacional de Geomorfologia realizado em 1999 no Rio de Janeiro sob o título de *Antropogeomorphology*. Estas proposições são as seguintes:

- 1- Observar as ações humanas como ações geomorfológicas na superfície: busca do entendimento de como o homem modifica as formas reposicionando materiais e modificando taxas, balanços, magnitudes e frequências dos processos. A cartografia geomorfológica evolutiva é recomendada para que sejam reconhecidas a gênese e a evolução das formas, processos e materiais derivados das ações antrópicas.
- 2- Investigar padrões de ações humanas significativos para a morfodinâmica: cada intervenção antrópica tem um significado próprio nas modificações impressas no meio físico, assim, devem-se entender quais os processos decorrentes, de forma direta e indireta, de cada intervenção como, por exemplo, intervenções lineares, represamentos, mineração, padrões de ocupação, etc. NIR (1983)

- 3- Investigar a dinâmica e a história cumulativa das intervenções humanas, iniciando com estágios pré-perturbação: esta investigação deve ser realizada através de dados disponíveis (como fotografias aéreas, dados climáticos, sondagens, documentos cartográficos, etc), que possibilitarão o entendimento da morfodinâmica anterior às perturbações antrópicas especialmente através da cartografia geomorfológica evolutiva. Em pesquisas envolvendo a urbanização TOY & HADLEY (1987), recomendam que sejam considerados ao menos três estágios: pré-perturbação, perturbação ativa e pós-perturbação. Este procedimento tem revelado diferentes taxas de erosão e sedimentação nestes três estágios NIR (1983); DOUGLAS (1983); VERSTAPEN (1985); LIMA (1990). LIMA (1990) recomenda ainda que seja considerada também a tipologia de intervenção relacionada aos padrões sociais de ocupação (alto, médio e baixo) e as técnicas utilizadas em cada caso.
- 4- Empregar diversas e complementares escalas espaço-temporais: Este procedimento é importante para que se procedam interpretações mais completas e coerentes. Esta necessidade mostra-se, por exemplo, na necessidade de estudar fenômenos em escala regional para entender processos em análises de escalas grandes. Ou seja, neste tipo de estudo, as escalas globais/regionais (grandes domínios morfoclimáticos) não são suficientes para o entendimento dos processos. Por outro lado, o estudo realizado apenas numa escala detalhada pode levar a correlações e interpretações errôneas em virtude da perda de referências da totalidade do sistema. As escalas temporais em estudos antrópicos devem levar em consideração, também, a maior rapidez que as intervenções antrópicas imprimem no meio físico, sendo importante a realização de mensurações em intervalos de anos, meses, dias e até horas.
- 5- Empregar e investigar as possibilidades da cartografia geomorfológica de detalhe: Esta orientação vem sendo sub-utilizada, especialmente em virtude de novas tecnologias de sensoriamento remoto, que envolvem muitas vezes generalizações e imprecisões comprometedoras em relação à qualidade dos documentos produzidos. Desta forma há uma necessidade urgente de uma interação entre as necessidades apontadas pela metodologia consagrada acerca da cartografia geomorfológica e as possibilidades que estas novas ferramentas oferecem. Para isto é necessário, entretanto, que haja uma

conexão entre metodologia e técnicas muito eficaz, gerando mapeamentos cada vez mais completos e úteis nas análises espaciais consideradas.

A cartografia oferece também a possibilidade de correlação precisa entre variáveis espaciais através da comparação entre diferentes anos de mapeamento para um mesmo local, gerando assim uma cartografia retrospectiva e evolutiva.

- 6- Explorar a abordagem sistêmica e a teoria do equilíbrio dinâmico: O emprego da abordagem sistêmica e suas derivações oferecem a *possibilidade de se identificar a relevância de variáveis na instauração de um novo balanço entre processos, nos quais alguns passam a ter pesos diferentes em relação às situações pré-antropogênicas.* (RODRIGUES, 2004: 98).

Seguindo a orientação de NIR (1983), a reconstituição do ambiente natural deve basear-se na abordagem ecodinâmica de TRICART (1977), a qual propõe que o ambiente seja estudado através da abordagem sistêmica, que parte do pressuposto de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam através de relações de equilíbrio dinâmico. O componente mais importante da dinâmica da superfície terrestre, entretanto, é o morfogênico, pois ele produz a instabilidade da superfície, que é um fator limitante ao desenvolvimento dos seres vivos.

- 7- Utilizar a noção de limiares geomorfológicos e a análise de magnitude e frequência: *Um limiar geomorfológico pode ser considerado como o limite superior de alguns processos cumulativos, através do qual uma seqüência particular de eventos cessa e outra, nova, passa a ser introduzida* (RODRIGUES, 2004: 98). A definição dos limiares do meio físico é importante para que sejam reconhecidos anteriormente a uma intervenção antrópica, e esta não venha a atingir tais limiares, gerando perturbações no ambiente urbano, como enchentes, e até catástrofes, como deslizamentos e escorregamentos de encostas.
- 8- Dar ênfase à análise integrada de sistemas geomorfológicos: Este ponto reforça a importância de que a abordagem sistêmica deve ser desenvolvida em toda a análise evolutiva, uma vez que as ações antrópicas podem modificar sistemas geomorfológicos

inteiros, como no caso da transposição de Bacias Hidrográficas, gerando novos sistemas que devem ser elucidados através desta análise evolutiva.

- 9- Levar em consideração as particularidades dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais: Esta orientação é importante, pois ressalta o perigo das comparações entre os processos e seus balanços em ambientes com características físicas diferentes. Desta forma os parâmetros de comparação das intervenções antrópicas devem ser buscados em condições morfoclimáticas semelhantes para que estas não sejam sub ou super dimensionadas em análises comparativas.
- 10- Ampliar o monitoramento de balanços, taxas e geografia dos processos derivados e não derivados de ações antrópicas: A análise da magnitude dos processos decorrentes de intervenção antrópica necessita de balanços encontrados em sistemas não perturbados para que se estabeleçam parâmetros de comparação para o reconhecimento da real contribuição do antrópico no meio considerado. Para isto devem-se buscar fragmentos de áreas preservadas como controle, ou *buscar relatos de antigos moradores, jornais, registros indiretos, material iconográfico, entre outros(...). O resgate cartográfico da morfologia original poderá, em algumas situações, auxiliar no dimensionamento retrospectivo de processos.* (RODRIGUES, 2004: 102)

Esta pesquisa foi desenvolvida com base nas orientações descritas acima, ainda que durante sua realização tenham sido encontrados alguns obstáculos, que serão apresentados ao longo da dissertação, para que todos os procedimentos recomendados para análises em antropogeomorfologia NIR (1983) fossem realizados em sua totalidade.

É importante ressaltar que a aplicação destas metodologias no contexto tropical úmido é considerada um dos objetivos da pesquisa, sendo que todas as orientações citadas acima foram apropriadas, de forma direta ou indireta, no decorrer do trabalho. A ênfase, entretanto está ligada à avaliação do uso da cartografia geomorfológica evolutiva em estudos voltados às mudanças impressas na superfície decorrentes de processos antrópicos.

O trabalho de FUJIMOTO (2001) é um exemplo de aplicação da geomorfologia antrópica no Brasil. O objetivo central do trabalho é a confecção de um mapa ambiental

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

urbano representando as principais alterações ambientais decorrentes do processo de urbanização.

Para tal fim a autora desenvolveu várias etapas tais como: analisar o quadro geológico e geomorfológico regional; elaborar um mapeamento geomorfológico; desenvolver uma análise das características climáticas; analisar os impactos da urbanização nos processos hidrológicos e na qualidade das águas superficiais; analisar o processo de urbanização regional e sua dinâmica populacional; mapear a evolução do uso da terra em dois momentos (1973 e 1991) e analisar aspectos jurídicos da Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio na Região Metropolitana de Porto Alegre.

Estes procedimentos, no entanto, visaram responder duas questões básicas:

“A análise ambiental urbana concebida nesta pesquisa dispõe dos recursos necessários para apreender os principais efeitos do processo de urbanização no ambiente?”

A análise ambiental urbana concebida nesta pesquisa dispõe dos recursos necessários para apreender as respostas do ambiente aos processos de urbanização?”(pág. 220).

A autora considera que estas questões foram plenamente satisfeitas, pois a metodologia adotada foi capaz de demonstrar os efeitos da urbanização nos processos naturais.

Parte das referências metodológicas utilizadas basearam-se na abordagem sistêmica: MONTEIRO (2000), e da Geomorfologia urbana: VERSTAPEN (1983), DOUGLAS (1983), TOY & HADLEY (1987), LIMA (1990) E RODRIGUES (1997a). Outras referências importantes são as encontradas em ROSS E DEL PRETTE (1998) relativas à adoção da Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e a abordagem ecodinâmica de TRICART (1977). Muitas destas referências foram retomadas na presente pesquisa.

Outro importante aspecto metodológico incorporado neste trabalho é a contribuição dos Geoindicadores. COLTRINARI (1995) alerta que a abordagem do antrópico como agente geomorfológico deve ser feita com cautela, pois *“no caso das mudanças de curto*

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

prazo que afetam o planeta, a maior dificuldade está na distinção entre causas naturais e antrópicas; para isso, é necessário estabelecer parâmetros e avaliar os componentes naturais de cada mudança antes de poder estimar de modo realista a contribuição antrópica”. (pág. 5)

Para que esta distinção seja realizada e os parâmetros da ação antrópica no meio não sejam mensurados de forma errônea, Coltrinari (1995) propõe a utilização dos *geoindicadores*.

Em 1987, o texto da Agenda 21, formulada no âmbito da Cúpula da Terra, recomendou medidas necessárias para a busca do desenvolvimento sustentável, promovendo a discussão de acordos internacionais sobre mudanças globais e biodiversidade entre outros COLTRINARI (2001). Atendendo a esta recomendação, a União Internacional de Ciências Geológicas criou um grupo de trabalho voltado ao estudo dos *geoindicadores*, definindo-os como: “*medidas de magnitudes, frequências, taxas e tendências de processos ou fenômenos geológicos que ocorrem em períodos de 100 anos ou menos, na – ou próximo à superfície terrestre, sujeitas a variações significativas para compreensão das mudanças ambientais rápidas*” (COLTRINARI, 1995: 7). Segundo BERGER (1996) a busca de *geoindicadores* vem suprir uma lacuna nos estudos ambientais relacionados às mudanças nos sistemas naturais, que criam o pano de fundo dinâmico do desenvolvimento humano.

COLTRINARI (2001) destaca também a “*dificuldade em estabelecer limites claros entre os efeitos dos processos naturais e aqueles dos processos antrópicos (...), em particular nas áreas onde a expansão das concentrações urbanas chegam antes que os pesquisadores*” (pág.313).

Para tentar chegar à distinção entre os processos naturais e antrópicos na área de estudo, levando em consideração a questão citada acima, utilizou-se nesta pesquisa a cartografia geomorfológica evolutiva, buscando a correlação espaço-temporal entre uso urbano e morfologia dos remansos (interface flúvio-lacustre) das duas bacias hidrográficas, que apresentam graus distintos de intervenção antrópica. Uma das principais referências para a distinção de processos naturais dos gerados por ação antrópica é a morfologia

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

original, ou pré-barramento, que será reconhecida através da evolução cartográfica proposta.

GUPTA (1999a, 1999b) desenvolve o estudo dos geoindicadores voltado às regiões de clima tropical úmido, onde os processos geomorfológicos naturais relativos primeiramente ao intemperismo e secundariamente à erosão, transporte e sedimentação ocorrem de forma mais rápida. Portanto, os parâmetros dos geoindicadores estabelecidos aos ambientes de clima temperado não são aplicáveis nestes casos. Após produção e análise de estudos realizados em áreas urbanas de países tropicais, o autor elaborou uma lista de geoindicadores relativos a estes ambientes, que vem auxiliar as pesquisas voltadas ao desenvolvimento sustentável em áreas tropicais.

COLTRINARI (2001) apresenta uma tabela de geoindicadores aplicáveis às áreas de urbanização no clima tropical úmido. Dentre eles, serão abordados nesta pesquisa os seguintes:

Tabela 4: Contribuições do estudo para a lista de geoindicadores

LISTA OFICIAL	CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO
Morfologia dos canais fluviais	Apreciação direta: Mapeamento das mudanças da morfologia na interface flúvio-lacustre (remansos) e mudanças nos canais fluviais
Vazão e carga sólida dos rios	Apreciação indireta: Morfologia dos remansos
Aluvionamento	Apreciação direta e indireta: mudanças morfológicas (cartografia evolutiva).
Volume e área dos depósitos tecnogênicos	Apreciação direta e indireta: Dados de sondagens e mudanças morfológicas nos remansos.
Mudanças qualitativas e quantitativas na cobertura vegetal/uso da terra	Apreciação direta e ampliada: Análise de dados do uso do solo nos anos selecionados

Elaboração: Juliana de Paula Silva, 2003

A representação da evolução do modelado dos dois remansos selecionados será realizada utilizando-se os critérios da cartografia geomorfológica de detalhe, que é um importante instrumento de análise em geografia física por apresentar todas as informações necessárias à compreensão da morfodinâmica de uma determinada área de estudo,

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

espacializando-a e descrevendo-a na legenda, que deve ser elaborada de forma completa e de fácil leitura.

A metodologia adotada para essa cartografia será a francesa, como sugere COLTRINARI (1982). Segundo a autora, *“a carta geomorfológica de detalhe deve fornecer uma descrição completa de todos os elementos do relevo e do modelado da região a que se referem”* (TRICART, 1965 *apud* COLTRINARI, 1982: 55), sendo que o relevo é o conjunto das grandes unidades que se distinguem na paisagem (serras, maciços, planaltos, escarpas) geradas pelas forças internas, e o modelado é o conjunto de formas devidas à atuação direta ou indireta do clima sobre o relevo (vales, terraços, anfiteatros).

LIMA (1990) desenvolve um trabalho voltado à cartografia geomorfológica evolutiva em ambiente urbano. A partir das orientações básicas de TRICART (1977) e da geomorfologia urbana, elabora uma legenda adequada ao mapeamento da Bacia do Ribeirão Guavirutuba. A bacia inteira foi mapeada, em escala 1:10.000 nos anos de 1962, 1973 e 1986. Esta pesquisa será utilizada como referência, uma vez que parte da área de estudo é coincidente.

Partindo desta coincidência na área de estudo (Bacia do Ribeirão Guavirutuba) em relação ao trabalho de LIMA (1990), a presente pesquisa contribui no sentido de ampliar a escala temporal de análise (de 1932 a 2000) e detalhar a evolução da colmatagem ocorrida no remanso desta bacia. Foram também analisadas as variações espaciais dos canais (retificações e desvios) e foi escolhida uma outra bacia (do Ribeirão Jaceguay) para análise comparativa.

Houve, entretanto, a necessidade de recorrer-se a uma simplificação em relação à teoria proposta por LIMA (1990). Em sua proposição, a autora reconhece a necessidade de estabelecer não somente o padrão de ocupação (baixo, médio ou alto), mas também o estágio desta urbanização (pré-perturbação, perturbação ativa ou urbanização consolidada). Para seguir esta orientação deveriam ser elaborados mapas detalhados do uso da terra em cada ano selecionado nesta pesquisa. Considerou-se, no entanto, a confecção de mais 12 mapas inviável devido os prazos impostos para a realização da pesquisa, optando-se, desta

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

forma, pela simplificação das categorias de análise e construindo-se gráficos, e não mapas de uso da terra.

Nos mapas de detalhe dos remansos (1:5.000) são focalizados o 8º e o 9º taxon de TRICART & CAILLEUX (1965), indicados para a representação da dinâmica de vertentes e das próprias ações antrópicas diretas.

Além das referências metodológicas citadas anteriormente, há necessidade da pesquisa também na área da sedimentologia enfocando a questão do assoreamento, a fim de estabelecer-se critérios de análise na última etapa do trabalho.

O primeiro conceito a ser definido nesta área é o de sedimentação, uma vez que este é o processo geomorfológico mais importante a ser considerado na análise desta pesquisa. De acordo com SUGUIO (1998) sedimentação é a *"deposição de partículas minerais ou orgânicas em meio subaquoso ou subaéreo sob condições físico químicas normais, isto é, próximas às da superfície terrestre. O material transportado pode ser derivado de rochas preexistentes ou originados por processos biológicos. O processo tem início quando a força transportadora é sobrepujada pelo peso das partículas (sedimentos clásticos ou detríticos) ou quando a água torna-se supersaturada em solutos (sedimentos químicos) ou por atividade ou morte de organismos (sedimentos orgânicos ou bioquímicos)"* (pág. 691).

Outro conceito chave para este trabalho é o de assoreamento. Segundo SUGUIO (1998) o assoreamento é definido como *"o ato de encher com sedimento ou outros materiais detríticos um baía, lago ou mar. Este fenômeno pode ser produzido naturalmente por rios, correntes costeiras e ventos, ou ainda através da influência antrópica por obras de engenharia civil, tais como portos, barragens, etc"* (pág. 67).

Em CAMPAGNOLI (2002), encontramos outra definição do termo seguida de considerações sobre o assoreamento em lagos e reservatórios: *"O assoreamento constitui-se um processo de deposição sedimentar acelerada, que ocorre em corpos d'água de diversas naturezas, tais como córregos, rios, lagos, estuários e ambientes praias. Sua ocorrência denota um desequilíbrio entre a produção de sedimentos de uma bacia e a capacidade transportadora de sua rede de drenagem"* (pág 22).

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Em ambientes continentais, o assoreamento pode resultar de uma alta produção sedimentar de uma bacia hidrográfica, devido à eficiência dos processos erosivos, que se instalaram em função da alta suscetibilidade de seus terrenos e/ou dos impactos resultantes do uso inadequado do solo, da expansão urbana desordenada, da utilização agrícola sem técnicas conservacionistas, dos desmatamentos generalizados, das obras viárias sem a devida dissipação das águas pluviais, entre outras razões. Isso ocorre freqüentemente em áreas de remanso de lagos e reservatórios, na forma de deltas arenosos que, por sua vez, contribuem para a retenção dos sedimentos vindos de montante. Transportam-se os materiais argilosos mais facilmente para o interior dos lagos e eles atingem primeiro a tomada d'água nos reservatórios" (pág 22).

A construção de reservatórios é uma das causas antrópicas do assoreamento uma vez que transforma ambientes deposicionais fluviais em lacustres. Este assoreamento pode ser intensificado pelo acréscimo da carga sedimentar oriunda das áreas com processos erosivos intensificadas pelo uso inadequado do solo. CAMPAGNOLI (2001)

Nesta pesquisa a evolução do assoreamento na Represa Guarapiranga foi mapeada em dois remansos de pequenas bacias hidrográficas contribuintes do sistema. Em virtude deste recorte considerou-se importante a conceituação também do termo remanso. Após consulta bibliográfica, observou-se que o termo é pouco citado na literatura geomorfológica e mesmo em trabalhos referentes à sedimentologia. Embora tenha sido encontrado em obras consultadas, apenas em GUERRA (1978) apresentou-se uma definição bastante sucinta para o termo, considerando remanso o *"trecho de um rio no qual a corrente fluvial fica como que parada"* (pág. 307). Em um glossário de termos hidrológico DNAEE (1983) remanso é definido como *"água represada ou retardada no seu curso em comparação ao escoamento normal ou natural"* (pág.10).

Na legenda elaborada para mapear a evolução do assoreamento nos dois remansos foram identificados níveis de colmatagem, processo definido como *"trabalho de atulhamento ou de enchimento realizado pelos agentes naturais ou pelo homem em zonas deprimidas"*. (GUERRA, 1978: 98), ou ainda, *"deposição de partículas finas, como argila e silte, na superfície e nos interstícios de um meio poroso permeável, por exemplo, o solo, reduzindo-lhe a permeabilidade"* (DNAEE, 1983: 22).

O processo de colmatagem considerado neste estudo ocorre na área de interface entre a dinâmica fluvial e a dinâmica lacustre, avançando para o lago nas áreas próximas aos remansos. Por estar em uma zona de transição, há nesta região morfogêneses distintas, influenciadas pela dinâmica fluvial, a dinâmica de lago e as variações do nível d'água da represa, exigindo critérios de identificação bastante claros que servirão como base para a análise final. Por outro lado, os processos fluviais e lacustres já foram amplamente estudados e estão descritos detalhadamente na literatura respectiva a cada caso, porém, a dinâmica impressa nesta zona de transição foi pouco estudada. Com este trabalho, buscaram-se novos parâmetros na procura de caminhos que levem ao entendimento desta complexa questão.

Serão apresentados a seguir os principais aspectos das dinâmicas fluvial e lacustre como referência para a busca do entendimento desta nova dinâmica na área de interface entre elas.

Segundo CHRISTOFOLETTI (1980) o trabalho dos rios é realizado através dos processos de transporte, erosão e deposição do material detrítico.

O transporte dos sedimentos pode ser feito através de solução da carga química dissolvida e transportada na mesma velocidade da água, de suspensão das partículas de granulometria reduzida (argila e silte) que são carregadas na mesma velocidade que a água até que a turbulência seja suficiente para mantê-las sem precipitar e da saltação onde as partículas de granulometria maior (areia e cascalhos) são roladas, deslizadas ou saltam, sendo transportadas de forma muito mais lenta que a água.

A carga detrítica aumenta mais que qualquer outro elemento da geometria hidráulica, pois ela não provém apenas da ação abrasiva do rio sobre o fundo e as margens, predominando o material trazido das vertentes por escoamento superficial.

A competência de transporte dos rios diminui em direção à jusante denotando uma menor competência fluvial decorrente da diminuição do cisalhamento (que é o produto da declividade e a profundidade média do canal).

A erosão fluvial é realizada através de três processos:

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

- corrosão: todos os processos químicos da água com as rochas superficiais;
- corrasão: desgaste pelo atrito mecânico;
- cavitação: ocorre sob condições de velocidades elevadas quando há fragmentação das rochas do leito.

O processo de deposição nos rios é decorrente da diminuição da competência ou da capacidade fluvial. Entre as várias formas originadas pela sedimentação, destacou-se, de acordo com o interesse para esta pesquisa, apenas a planície de inundação e os deltas.

Entre outras definições será apresentada a encontrada em CHRISTOFOLETTI (1980): *"A planície de inundação é a faixa do vale fluvial composta de sedimentos aluviais, bordejando o curso de água, e periodicamente inundada pelas águas de transbordamento provenientes do rio"* (pág. 76). Conhecidas também como "várzeas" na toponímia popular do Brasil, *"a planície de inundação é formada pelas aluviões o por materiais variados depositados no canal fluvial ou fora dele. Na vazante, o escoamento está restrito a parcelas do canal fluvial, onde há deposição de parte da carga detritica com o progressivo abaixamento do nível das águas. Ao contrário, com as cheias, há elevação do nível das águas que, muitas vezes transbordando por sobre as margens, inundam as áreas baixas marginais"*. (CHRISTOFOLETTI, 1980: 75)

Segundo (CHRISTOFOLETTI 1980: 83), As áreas que podem, em algum momento ser ocupadas pelo escoamento das águas são os leitos fluviais. Levando-se em consideração o perfil transversal o leito pode ser dividido em:

- Leito de vazante: utilizado para o escoamento das águas baixas. Está contido no leito menor e acompanha a linha do talvegue, que é a linha de maior profundidade ao longo do leito.
- Leito menor: espaço cuja frequência de escoamento das águas é suficiente para impedir o crescimento da vegetação. É bem definido e encaixado entre as margens.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

- Leito maior ou periódico sazonal: é ocupado pelas cheias pelo menos uma vez por ano.
- Leito maior: São áreas alagadas em períodos de tempo irregulares (nem todos os anos), durante as cheias mais elevadas.

As delimitações dos tipos de leito são difíceis de serem traçadas, sendo a ruptura entre o leito menor e o leito maior a mais nítida.

Na área de desembocadura dos rios no mar ou em lagos pode haver a formação de deltas, quando a deposição da carga detrítica é maior que a carregada pela erosão. O ambiente deltaico é extremamente dinâmico, e as feições decorrentes da deposição de sedimentos detríticos na desembocadura dos rios variam rapidamente, com o deslocamento de fluxos fluviais e destruição de deltas inativos para o mar. *"Essa complexidade é esperada porque os deltas resultam da interação de forças construtivas e destrutivas, e a relação entre os efeitos de tais mecanismos de deposição e de remoção depende das intensidades dos processos físicos, biológicos e químicos atuantes na região deltaica"*.(CHRISTOFOLETTI, 1980: 80)

Assim como no ambiente deltaico, as áreas de remanso das represas também apresentam complexidade de processos, entretanto podemos observar a diferença entre a ação ativa das forças do mar e o pequeno dinamismo encontrado em ambiente lacustre.

A fim de completar esta busca de referências para o entendimento da dinâmica na interface flúvio-lacustre, procurou-se também embasamento no ramo da ciência denominado limnologia definido em ESTEVES (1988) como *"o estudo ecológico de todas as massas d'água continentais, independentemente de suas origens, dimensões e concentrações salinas. Portanto, além de lagos, inúmeros outros corpos d'água são objeto do estudo da limnologia como por exemplo: lagunas, açudes, lagoas, represas, rios, riachos, brejos, áreas alagáveis, águas subterrâneas, coleções d'água temporárias, nascentes e fototelmos (águas acumuladas nas bainhas de plantas, como, por exemplo, as bromélias)"* (pág.5).

Dissertação de Mestrado: "Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo".
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Apesar de as primeiras pesquisas conhecidas atualmente sobre a fauna e flora dos lagos, rios e brejos remontarem do tempo de Aristóteles (384-322 a.C.), a Limnologia consolidou-se como ciência apenas no início do século XX com a publicação do livro "Allgemeine Limnologie" (Manual da ciência dos lagos) por François Alphonse Forel (1841-1912), considerado o "pai" desta ciência. (ESTEVES, 1988: 1-5)

Atualmente, as complexas relações entre os componentes dos sistemas aquáticos continentais são feitas através de modelos matemáticos, possibilitando a realização de previsões e manejo destes ecossistemas.

Apesar de sua origem antrópica, as represas também são objeto de estudo para os limnólogos. Segundo ESTEVES (1988: 84), a primeira obra de represamento no Brasil data de 1901 com a construção da represa Edgard de Souza no Rio Tietê.

Com a finalidade principal de geração de energia elétrica, a partir de então diversas barragens foram construídas no Brasil, resultando em um grande número de ecossistemas lacustres artificiais. De acordo com PAIVA (1982 *apud* ESTEVES, 1988: 85) até 1980 o número de represas de médio e grande porte no Brasil totalizava 1.060 (este número pode ser maior, pois represas em áreas particulares e municipais não foram incluídas neste levantamento). Somando a área das 154 maiores temos mais de 18.970 Km² represados. Somente no Estado de São Paulo existem mais de 55 represas de médio e grande porte cobrindo uma área de aproximadamente 5.500 Km².

Quanto à sua dinâmica, ESTEVES (1988) explica que *"dependendo de suas características hidráulicas, especialmente o tipo de tomada de água da barragem, as represas apresentam grande instabilidade limnológica. Estes ecossistemas, por apresentarem baixo tempo de residência da água (tempo de permanência da água na represa), podem ser considerados na sua grande maioria, como um estágio intermediário entre um rio e um lago, ou seja, entre ambiente lótico e lântico. Outra característica das represas é a grande variação do nível d'água que pode ocorrer em pouco tempo, em função das necessidades de uso da água de uma usina"* (pág.84).

Figura 11: Esquema de uma represa, evidenciando a grande variação de nível da água.

Fonte: ESTEVES (1988 - pág.87)

Apesar de não apresentarem o comportamento idêntico ao de lagos naturais, alguns parâmetros da limnologia deverão ser levados em conta desde a proposição da legenda até a análise final dos resultados. Um destes parâmetros indica que, diferente da movimentação "rápida" e horizontal encontrada nos canais fluviais, o movimento mais importante na dinâmica dos lagos naturais é o vertical, impulsionado por propriedades da água como temperatura, densidade e salinidade.

No ambiente de interface selecionado nesta pesquisa, será considerada área onde predomina a dinâmica de lago as regiões onde não há mais colmatagem de partículas trazidas pelo rio, podendo ser encontradas apenas plumas de sedimentos, compostas por material floculado em suspensão.

Podemos encontrar outros dados sobre comportamento dos sedimentos em represas em CARVALHO (2000): *"Comumente, o sedimento fino, com granulometria inferior a 0,062 mm, pode se mover em suspensão pelo reservatório formando correntes de densidade. Em grandes reservatórios, parte desse sedimento fino pode se depositar mais próximo da barragem, enquanto parte pode sair para jusante. O sedimento grosso, com granulometria maior que 0,062 mm, normalmente se deposita no reservatório para formar*

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

o delta. À medida que os depósitos se formam, os sedimentos grossos adentram no reservatório, depositando-se a jusante e aumentando o remanso” (pág.66).

Muitas das referências metodológicas descritas neste capítulo serão retomadas, especialmente na apresentação dos resultados, uma vez que a análise do emprego destas metodologias constitui um objetivo importante da pesquisa.

VII- PROCEDIMENTOS

O plano de trabalho foi formulado através da divisão dos procedimentos em etapas sucessivas e complementares, como descrito abaixo:

VII.1. Levantamento de dados

Primeiramente realizou-se o levantamento de dados através da compilação de todos os dados disponíveis e da seleção dos mais significativos de acordo com os objetivos, técnicas e metodologias adotadas na pesquisa. Nesta etapa foram desenvolvidos:

- levantamento bibliográfico referente a: geografia física aplicada, geomorfologia pura, aplicada e antrópica, geologia, sedimentologia e estratigrafia, hidrografia e limnologia e estudos publicados referentes à área de estudo;
- levantamento cartográfico sobre os temas: geologia, geomorfologia, pedologia, uso da terra, cartas topográficas, altimétricas e geotécnicas;
- levantamento de imagens: fotografias aéreas, imagens de satélite.
- Levantamento de dados sedimentométricos e dados de operação da represa.

A partir do levantamento das fotografias aéreas e dos dados de operação da Represa Guarapiranga produziu-se uma tabela (tabela 5) com a síntese dos documentos, bem como as escalas e identificação de cada fotografia aérea para localização nos acervos.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
 Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

As fotografias de 1932 foram obtidas na Fundação Patrimônio Histórico da Energia de São Paulo (FPHESP). As fotografias de 1952, 1962, 1972, 1986 e 1994 pertencem ao acervo do Arquivo de fotografias aéreas (AFA) do Departamento de Geografia FFLCH-USP. As fotografias de 2000 foram obtidas na Prefeitura do município de São Paulo (departamento RESOLO).

Os dados de operação da Represa Guarapiranga foram fornecidos pela EMAE.

Tabela 5: Levantamento das fotografias aéreas e dados de operação da Represa Guarapiranga

Data	Escala	Faixa/ Região	Nº das fotografias	N.A. da represa
21/01/1932	1:5.000	Fx11	J ¹ - 34437 e 34438	734.13
			G ² - 34457, 34458 e 34459	734.13
15/11/1952	1:25.000	³		
		G- Fx 1	17 e 18	728.85
20/06/1962	1:25.000	Região 7	T- 4041, 4042	735.80
			T- 3989, 3990	735.80
25/06/1972	1:25.000	J- Fx- 296G	J- 33.024, 33.025	734.06
29/06/1972	1:25.000	G- Fx- 295G	G- 33.366, 33.367	733.96
18/11/1986	1:10.000	J- Fx 136	J- 39, 40	732.92
22/06/1986	1:10.000	G- Fx 132a	G- 31, 32	734.01
Março/1994 ⁴	1:25.000	Fx 8a	J- 28, 29	735.38 - 734.98
			G- 30-31	735.38 - 734.98
19/05/2000	1:6.000	J- Fx12	J- 62 e 63	733.24
		G- Fx11	G- 57 e 58	733.24

¹ Remanso do Ribeirão Jaceguay

² Remanso do Ribeirão Guavirutuba

³ O vôo não abrange a área do Ribeirão Jaceguay

⁴ A data do Vôo não foi registrada pelo piloto da Base SA, por isto, foram apresentados os Níveis de Água mínimos e máximos do mês de março.

Como demonstra a tabela, foram encontrados dois problemas nas aquisições de dados das fotografias aéreas. O primeiro no ano de 1994, pois segundo informação de técnicos da Base SA, em virtude de uma falha do piloto, não foi anotado o dia na ficha de vôo. A única informação disponível é o mês em que o vôo aconteceu.

O levantamento das datas de cada vôo foi uma etapa trabalhosa no desenvolvimento da pesquisa. A aquisição destes dados é dificultada pela falta de acesso aos relatórios internos das empresas privadas responsáveis pelos levantamentos aerofotogramétricos, uma

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

vez que esta informação não é sistematicamente oferecida aos órgãos de pesquisa onde adquirimos as fotografias aéreas (geralmente temos apenas o mês e o ano dos vôos).

O segundo problema ocorreu na abrangência do vôo do ano de 1952, cuja área não engloba a Bacia do Ribeirão Guavirituba. Por este motivo não consideramos este ano na confecção dos produtos cartográficos uma vez que não haveria base de comparação entre as duas bacias hidrográficas. Esta foi uma das mudanças em relação ao projeto inicial, onde o ano de 1952 havia sido considerado, pois, na ocasião não havia sido checada a abrangência do vôo.

Outra importante mudança no projeto inicial foi o abandono de uma análise em escala 1:100.000, considerando as mudanças espaciais ocorridas no contorno do reservatório. Esta análise seria feita através do georreferenciamento e correlação entre mapas antigos e recentes que apresentassem no seu conteúdo os limites da Represa Guarapiranga.

Na etapa de levantamento de dados, consideraram-se três mapas e uma imagem de satélite:

- 1899 – Folha Topográfica da cidade de São Paulo e arredores (figura 12) encontrado no arquivo histórico do IGC (Instituto Geográfico Cartográfico), sendo órgão responsável da pela execução do mapa o antigo IG (Instituto Geológico).
- Junho de 1921 (corrigido em junho de 1927) – *General-Plan Showing (The São Paulo Tramway Light & Power Co. Ltda)*. Este mapa foi obtido na Fundação Patrimônio Histórico Energético de São Paulo (figura 13).
- Cartas topográficas do IBGE em escala 1:50.000:

Folhas: São Paulo, 1984

Osasco, 1984

Embu Guaçu, 1975

Riacho Grande, 1995

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

As cartas foram ligadas e recortadas de acordo com o limite da área de estudo (figura 14). O mapa base foi gerado através de arquivo vetorizado, sendo possível correlacionar suas informações lineares (curvas de nível, contorno da represa, hidrografia, estradas, etc) com qualquer outra figura (inclusive os mapas antigos e a imagem de satélite recente).

- Imagem de satélite: Landsat7 ETM+
Adquirida em 17/06/2000
Órbita- 220.76

A imagem de satélite foi adquirida no LASERE (Laboratório de Sensoriamento Remoto do Departamento de Geografia- FFLCH/USP). (figura 15)

Após ensaios de correlação das imagens com a base cartográfica produzida, porém, detectou-se diversos problemas como:

- * a distorção que as folhas impressas sofreram no decorrer dos anos;
- * as incompatibilidades de projeções;
- * as diferenças nos critérios de mapeamento;
- * a dificuldade de encontro dos pontos de controle, uma vez que algumas áreas encontram-se absolutamente modificadas perdendo as referências das feições naturais (como confluência de rios) e incorporando referências antrópicas (como estradas e edificações) que não existiam anteriormente.

Por este motivo este objetivo parcial (correlacionar os mapas em escala 1:100.000) foi inviabilizado, porém considerou-se importante a inserção dos documentos levantados, uma vez que podem servir como referência para outras pesquisas, além de possibilitarem uma análise, ainda que apenas visual das modificações ocorridas neste espaço após quase um século de existência da Represa Guarapiranga.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios:
Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Figura 12: Fragmento da Folha Topográfica da cidade de São Paulo e arredores

Fonte: IGC (Instituto Geográfico Cartográfico)

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Light & Power Co. Ltda) – 1921

Fonte: FPHESP (Fundação Patrimônio Histórico Energético de São Paulo)

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
 Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Figura 14: Mapa Base da Região da Bacia do Guarapiranga – SP

Elaboração e organização: Juliana de Paula Silva e Alexandre Yamamoto Ciufa, 2001

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Figura 15: Imagem de satélite: Landsat7 ETM+ (2000)

Fonte: LASERE (Laboratório de Sensoriamento Remoto) – FFLCH/USP

Encontrou-se também muita dificuldade no levantamento de dados sedimentológicos da Represa.

A idéia inicial foi trabalhar com os dados já existentes encontrados nos relatórios IPT (1998), IPT (2000) e CAMPAGNOLI (2002). Os pontos de amostragem para as análises sedimentométricas, entretanto, não abrangeram as proximidades do remanso do ribeirão Jaceguay (figura 8) inviabilizando o estudo da estratigrafia do material depositado na interface flúvio-lacustre das bacias hidrográficas estudadas.

Outra possibilidade levantada para obtenção de dados sedimentométricos foi a coleta em campo para posterior análise do material a fim de encontrar descontinuidades

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

entre o material da antiga planície de inundação e o material tecnogênico depositado sobre esta, ou a utilização de métodos indiretos como o *Ground Penetrating Radar* (GPR). Segundo SOUZA (2000), *A utilização do radar de penetração do solo (GPR) como método de investigação geofísica de superfície no Brasil é bastante recente. Este método consiste na emissão contínua de ondas eletromagnéticas (espectros variando de 10 a 2.500 MHz) e recepção dos sinais refletidos nas estruturas ou interfaces em subsuperfície. Os sinais são emitidos e recebidos através de antenas dispostas na superfície do terreno. As medidas de tempo de percurso das ondas eletromagnéticas são efetuadas ao longo de uma linha e, quando justapostas lado a lado, fornecem uma imagem detalhada (de alta resolução) da superfície ao longo do perfil estudado* (pág. 171)

No caso de sondagens diretas através de tradagem ocorreram problemas decorrentes dos altos níveis de água que encontramos nos remansos da represa durante os trabalhos de campo. O material sedimentado estava extremamente encharcado, impossibilitando a coleta com este instrumento.

Em relação aos métodos indiretos de sondagens, procurou-se orientação com professores do IAG (Instituto Astronômico Geofísico) da USP Wagner Roberto Elis e Renato Luis Prado. Após explicação dos procedimentos necessários para este tipo de sondagens o Professor Renato Luis Prado evidenciou que há pesquisas realizadas através deste método em áreas secas ou, no caso de represas, em áreas com profundidades consideráveis, onde um barco, carregando o equipamento, pudesse navegar. Haveria possibilidade de realizar esta sondagem em áreas de remansos assoreados caso ocorresse um longo período de estiagem, contando-se ainda com a necessidade de retirar a vegetação de uma área considerável para coleta destes dados.

Desta forma, os dados disponíveis através dos relatórios apresentados, mais o material colhido no campo (que será detalhado no item VIII.3) foram, de fato, os únicos a serem considerados. A falta de um procedimento sistemático de coleta do conteúdo estratigráfico comprometeu parcialmente os resultados quantitativos da pesquisa, pois para se chegar ao volume do material assoreado e as taxas de sedimentação ao longo do período estudado, com maior nível de precisão, os dados sedimentológicos são imprescindíveis.

VII.2 - Sistematização dos dados:

Nas fases de sistematização e correlação de dados já apresentam-se parte dos resultados da pesquisa. A busca pelo melhor método de confecção das bases topográficas e a correlação entre fotografias aéreas e os produtos obtidos no meio digital foram etapas imprescindíveis na consolidação da metodologia proposta pela antropogeomorfologia referente à elaboração da cartografia evolutiva.

Foram realizados os seguintes procedimentos:

- confecção da base cartográfica na escala 1:10.000 - Para confecção das bases cartográficas 1:10.000, foram realizados dois tipos de procedimentos:

O primeiro foi a digitalização semi-automática no programa gráfico MicroStation da área das bacias hidrográficas selecionadas encontradas no Levantamento Aerofotogramétrico da Região Metropolitana de São Paulo. Escala 1:10.000. Folhas 2234, 3211, 3333, 3335 (EMPLASA - 1981).(Figuras 16 e 17)

Durante a etapa de levantamentos tivemos acesso à base de dados produzida pelo programa Guarapiranga no SIG Arcview 3.2. Antes de fazermos a digitalização completa houve a tentativa de exportar a base produzida no Arcview para o programa MicroStation. O procedimento teve sucesso na Bacia do Ribeirão Jaceguay, pois realizou-se a verificação da base exportada com a imagem raster das cartas topográficas georreferenciada no programa MicroStation, e todos os elementos da carta estavam corretamente posicionados no arquivo vetor.

O mesmo não ocorreu com a bacia do Ribeirão Guavirutuba, pois na realização da verificação mencionada acima percebemos várias distorções de posicionamento dos elementos do arquivo vetor importado do Arcview em relação às cartas em formato raster georreferenciadas. Provavelmente estas distorções são decorrentes de problemas de georreferenciamento ou utilização de sistema de referência diferente (Datum) na digitação realizada no Arcview pelo Programa Guarapiranga.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Esta imprecisão, ainda que sutil, gerou problemas na etapa de georreferenciamento das fotografias aéreas. Desta forma, para não comprometer-se os resultados da pesquisa, decidiu-se refazer a digitalização das cartas topográficas escaneadas e georreferenciadas no MicroStation.

Apesar de trabalhoso, este procedimento foi extremamente importante, gerando um perfeito ajuste da base às fotografias georreferenciadas posteriormente.

Os limites das Bacias Hidrográficas foram inseridos de acordo com a área de contribuição de sedimentos para os remansos, sendo assim, estes limites não foram fechados na parte a jusante dos rios, mas sim na base da área convexa das vertentes que separam os sedimentos transportados para os remansos selecionados e os sedimentos que são transportados para bacias hidrográficas adjacentes.

**FIGURA 17:
BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIBEIRÃO JACEGUAY**

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Como mencionado acima, a base cartográfica na escala 1:10.000 foi realizada também através de outro programa que envolve procedimentos completamente diferentes, uma vez que utiliza as fotografias aéreas para gerar as curvas de nível.

No intuito de trabalhar-se com documentos antigos por meio de novas tecnologias, houve a tentativa de inovar através de programas extremamente modernos e com uma infinidade de novas possibilidades, especialmente para restituições geomorfológicas. Após realização de testes e procedimentos possíveis para gerar as bases das fotografias mais recentes, encontraram-se obstáculos intransponíveis para realizá-los também nas fotografias antigas.

Apesar destas bases não terem sido utilizadas efetivamente nas etapas posteriores da pesquisa, considerou-se de extrema importância relatar detalhadamente os meios para gerar bases cartográficas de altíssima precisão através de fotografias aéreas com sobreposição longitudinal de 60%, pois é uma ferramenta extremamente eficaz para novas pesquisas em geomorfologia (figura 18).

Estas bases foram obtidas através do programa INPHO, de aerofotogrametria digital, que faz restituição fotogramétrica digital a partir da própria fotografia aérea devidamente georreferenciada. Este método possibilita também a obtenção do modelo estereoscópico digital. Trata-se de um procedimento novo para a geografia, incorporado da engenharia cartográfica.

Os programas utilizados foram:

- * MATCH-AT 4.0: Orientação interior, exterior e absoluta;
- * MATCH-T: Geração Automática do Modelo Digital;
- * Orthomaster 1.5: Geração das Ortofotos;
- * OrthoVista 4.0: Mosaicagem;
- * Summit Evolution: Restituição

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Os procedimentos realizados foram:

A - Digitalização das fotografias aéreas através de scanner fotogramétrico: As fotografias aéreas originais foram escaneadas com a resolução de até 1200 dpi no formato Tiff.

B - Reconhecimento dos pontos de controle: Para a orientação absoluta do modelo estereoscópico digital é necessário o reconhecimento de no mínimo 4 pontos na área de sobreposição para cada par de fotografias. Estes pontos foram obtidos através do reconhecimento visual de feições características, como sistema viário e edificações, nas fotografias do ano de 2000 e nas cartas 1:10.000 do Sistema Cartográfico Metropolitano EMPLASA (1980).

Em cada ponto foram identificadas as coordenadas planas (UTM) e a altura ortométrica, através da interpolação das curvas de nível. Estas informações formaram um banco de dados utilizado posteriormente pelo software de fotogrametria digital.

C - Orientações: Segundo SATO (2003) *"A finalidade das orientações é a reconstituição da posição da câmera no momento da tomada da fotografia, visando a obtenção do modelo estereoscópico e a relação deste com as coordenadas do terreno"* (pág. 48). Este procedimento é dividido em duas partes:

C.1 - Orientação Interior: Reconstitui a geometria que existia na câmera quando o filme foi exposto. Isto é feito a partir da transformação do sistema pixel (da imagem escaneada) para o sistema fotogramétrico da câmera, que leva em consideração os seguintes parâmetros:

- * distância focal da câmera (encontrada nas fotografias aéreas);
- * localização do ponto principal da imagem (centro);
- * parâmetros de distorções radial-simétrica e descentrada.

"A orientação interior deve absorver os componentes lineares da deformação do filme e imperfeições devidos aos erros do scanner. Pode-se também tratar os erros devido às distorções das lentes (radial simétrica e descentrada) e da refração fotogramétrica total"

Dissertação de Mestrado: "Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo".

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

(atmosférica e a provocada pelo deslocamento da aeronave). Este procedimento é referido como refinamento das coordenadas" (SATO, 2003: 49).

O processo de orientação interior pode ser feito de forma automática ou semi-automática.

C.2- Orientação Exterior: Trata-se da determinação da posição e orientação do feixe de raios luminosos em relação ao sistema de coordenadas de referência. A orientação exterior é realizada em duas etapas: orientação relativa e absoluta. Geralmente, no meio digital, os dois procedimentos são realizados simultaneamente.

C.2.1- Orientação relativa: "Quando cinco pares de raios homólogos se cruzam, todos os demais se cruzarão". Segundo SATO (2003) *"este é o princípio da orientação relativa. Admitindo-se que as imagens sejam próximas da posição vertical, é possível encontrar os valores aproximados da orientação de uma imagem em relação à outra e, portanto, reconhecer os parâmetros de orientação"* (pág. 51).

A orientação relativa só pode ser obtida através de duas imagens que se sobrepõem, sendo necessário haver sempre a sobreposição de fotografias aéreas nas áreas a serem trabalhadas.

Após o cálculo da orientação relativa, obtém-se as *"coordenadas fotogramétricas calculadas, desvios-padrões e resíduos de paralaxes. Os pontos que apresentarem resíduos acima da tolerância exigida podem ser removidos ou medidos novamente. O sistema recalcula de imediato o novo resultado."* (SATO, 2003: 52).

C.2.2- Orientação Absoluta: Com a fixação da escala e orientação do modelo, este é ajustado às coordenadas obtidas através dos pontos de controle encontrados nas cartas base (ou no campo através do GPS).

D - Geração do Modelo Digital do Terreno: Os modelos digitais são obtidos atualmente em uma única operação através de sistemas fotogramétricos digitais. O principal método de correlação automática é baseado em algoritmos de "matching" (correspondência).

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

E - Geração de Ortofotos: Para gerar uma ortofoto digital deve-se ter como base os resultados dos processos descritos anteriormente, *"para, em seguida, retificar as imagens diferencialmente, processando-se cada pixel da imagem por meio das equações de retificação espacial. Portanto, para o cálculo de geração da ortofoto, são utilizados os arquivos que contêm as informações das orientações (foto-coordenadas conjugadas dos pontos de controle e parâmetros de orientação da câmera) e os arquivos dos MDTs correspondentes."* (SATO, 2003: 62).

F - Restituição: Nesta etapa torna-se possível a restituição de todos os objetos visualizados no par de imagens estereoscópicas, pois estes são representados em suas posições planialtimétricas e altimétricas exatas. Desta forma, a delimitação das feições cartográficas desejadas pode ser feita diretamente na tela, eliminando as distorções que ocorrem na passagem de overlays restituídos manualmente para o meio digital.

Outra vantagem deste tipo de procedimento é a conexão do modelo com o sistema CAD (Computer Aided Design). *"A superposição gráfica dos elementos sobre o modelo estereoscópico digital é uma das mais vantajosas no processo de restituição fotogramétrica digital. Dentre suas vantagens destacam-se: a facilidade de localização e retorno na área de trabalho, a impossibilidade de erros de omissão e duplicidade dos elementos restituídos e a redução de erros de atributos gráficos"* e facilidade na edição posterior de layers, se necessário. (SATO, 2003: 65 e 66).

Para as fotografias mais recentes, foram encontrados todos os parâmetros necessários descritos anteriormente. Porém para a restituição das fotografias mais antigas encontraram-se alguns problemas como:

- * falta de parâmetros da câmera fotográfica e altura do vôo;
- * ausência das marcas fiduciais nas fotos;
- * dificuldade no encontro de pontos de controle para georreferenciamento.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Figura 18: Exemplo de teste para produção de base topográfica a partir de fotografias aéreas

Confecção: Rodrigo Gonçalves, Jorge Luiz dos Santos e Juliana de Paula Silva, 2004

A partir destas dificuldades levantadas optou-se por trabalhar com as bases obtidas através da digitalização das cartas topográficas, pois é o procedimento mais adequado para o trabalho de correlação com fotografias aéreas muito antigas, que não têm os parâmetros necessários para que sejam manipuladas nestes programas mais avançados.

Os procedimentos seguintes foram:

- restituição morfológica. Utilizou-se o estereoscópio de bolso e o estereoscópio de espelho para mapear a evolução da colmatagem por meio das mudanças morfológicas nas áreas de remanso do Ribeirão Guavirutuba e do Ribeirão Jaceguay, encontradas nas fotografias aéreas obtidas nos seguintes anos e escalas: 1932 (1:5.000), 1962 (1:25.000), 1972 (1:8.000), 1986 (1:10.000), 1984 (1:25.000) e 2000 (1:8.000). As restituições foram realizadas com o nível de detalhamento exigido pela escala 1:5.000, para posterior ajuste dos overlays de reconstituição na base cartográfica gerada para esta escala. O recorte espacial destas reconstituições foi feito no limite entre a área de influência da dinâmica flúvio-lacustre e a dinâmica de vertente. Após definido este recorte, foram identificados os níveis de colmatagem e definidos os parâmetros de legenda ainda no meio analógico. Para ilustrar este procedimento inseriu-se um overlay como exemplo (figura 19)
- reconhecimento das modalidades de ocupação predominantes em cada bacia hidrográfica, nos anos a serem mapeados, através de documentos cartográficos pré-existentes, fotografias aéreas e imagens de satélite. Os dados foram tabulados em forma de gráficos. Os padrões de ocupação foram agrupados em categorias simplificadas, de acordo com a relevância para a análise morfodinâmica proposta, levando em conta aspectos como as mudanças na coesão dos materiais e na impermeabilização do solo.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios:
Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Figura 19: Exemplo de overlay de restituição

VII.3- Correlação dos dados:

Os procedimentos foram:

- Correlação entre as restituições relativas a cada ano selecionado através da identificação de pontos de controle que permitiram o georreferenciamento para sobreposição das informações de todos os Overlays de restituição morfológica. Este georreferenciamento foi realizado no programa MicroStation levando em conta o Parâmetro de Exatidão Cartográfica (PEC) através do qual devemos multiplicar a escala por 0,2 encontrando um valor máximo para distorções entre os pontos de controle. Para que atinja o PEC 80% dos pontos devem estar baixo deste erro.

Encontramos alguma dificuldade na identificação de pontos de controle especialmente nas fotografias mais antigas, onde os elementos antrópicos, como cruzamentos de ruas e edificações, são escassos ou inexistentes. A saída foi trabalhar com os elementos naturais, especialmente confluência de rios, quando estes ainda não apresentavam mudanças decorrentes de ação antrópica.

- Correlação entre as mudanças espaciais encontradas, as modalidades de ocupação predominantes em cada bacia hidrográfica e os dados de sondagem do reservatório.

VII.4- Análise e interpretação dos dados:

A análise foi essencialmente espacial (em área). Com informações obtidas pelas restituições fotográficas e leitura dos documentos cartográficos selecionados e produzidos, foi viabilizada a análise evolutiva quantitativa, apontando quanto, onde e quando ocorreram as modificações na morfologia identificada na área.

Foram encontradas, a partir desta interpretação taxas de colmatagem em área (m^2) e em porcentagem da Bacia no Remanso do Ribeirão Guavirutuba (área com grande perturbação antrópica) e no Remanso do Ribeirão Jaceguay (área com pouca perturbação antrópica).

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Foram incorporadas na análise as correlações efetuadas entre as variáveis uso da terra/ações antrópicas nas bacias hidrográficas e os índices de colmatagem nos remansos.

Para não haver distorções nesta interpretação, foram considerados também os dados de operação da represa em todos os anos estudados.

Foram também realizados trabalhos de campo para averiguação das condições atuais (naturais e antrópicas) e caracterização parcial dos sedimentos para identificação de sua origem que pode ser derivada de depósitos tecnogênicos diretos (entulhos, aterros) ou de processos erosivos acelerados por ações antrópicas, além de ensaios fotográficos para ilustração de fenômenos pontuais não mapeáveis.

Todas estas análises foram desenvolvidas baseadas nos pressupostos oferecidos pela antropogeomorfologia, cartografia geomorfológica evolutiva e geoindicadores.

VIII- RESULTADOS:

VIII.1 Evolução da Colmatagem X Uso da Terra

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.

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.

As categorias selecionadas na legenda temática 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. Estas áreas aparecem apenas nas fotografias obtidas em épocas em que o nível de água estava 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.

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.

A tabela 6 detalha as categorias identificadas no levantamento de uso do solo das bacias Hidrográficas selecionadas:

Tabela 6: Categorias de análise dos gráficos de uso da terra

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

As tabelas 7 e 9 indicam as taxas de colmatagem mensuradas através da fotointerpretação em metros quadrados, como pode-se verificar na correlação das tabelas com os mapas evolutivos (figuras 20 a 31). Para efeito de comparação, calculou-se a porcentagem da área colmatada em relação à área de cada Bacia Hidrográfica (área da Bacia do Guavirutuba: 3,7 Km² e área do Ribeirão Jaceguay: 1,83 Km²) nas tabelas 8 e 10.

Com os dados das tabelas 8 e 10 foram construídos gráficos 1 e 2 para melhor visualização da evolução do processo de colmatagem.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
 Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Tabela 7: Evolução dos níveis de colmatagem na Bacia do Ribeirão Guavirutuba (em área)

Ano	Comatagem Completa (m ²)	2º nível de Colmatagem (m ²)	Colmatagem completa + 2º nível de Colmatagem (m ²)	1º nível (plumas) m ²	N.A. represa
32	13791	729	14520	11558	734.13
62	15592	7744	23336	3727	735.8
72	22477	32146	54623	19904	733.96
86	81836	32192	114028	40496	734.01
94	41344	39876	81220	-	735.38 - 734.98
2000	92313	20653	112966	17330	733.24

Elaboração e Organização: Juliana de Paula Silva, 2005

Tabela 8: Evolução dos níveis de colmatagem na Bacia do Ribeirão Guavirutuba (em porcentagem)

Ano	Comatagem Completa (%da área total)	2º nível de Colmatagem (%da área total)	Colmatagem completa + 2º nível de Colmatagem (%)	1º nível (plumas) (%da área total)	N.A. represa
32	0,37	0,02	0,39	0,31	734.13
62	0,42	0,21	0,63	0,1	735.8
72	0,6	0,87	1,47	0,05	733.96
86	2,2	0,87	3,07	1,09	734.01
94	1,12	1,08	2,2	-	735.38 – 734.98
2000	2,5	0,56	3,06	0,47	733.24

Elaboração e Organização: Juliana de Paula Silva, 2005

Elaboração e Organização: Juliana de Paula Silva, 2005

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Tabela 9: Evolução dos níveis de colmatagem na Bacia do Ribeirão Jaceguay (em área)

Ano	Comatagem Completa (m ²)	2º nível de Colmatagem (m ²)	Colmatagem completa + 2º nível de Colmatagem (m ²)	1º nível (plumas) m ²	N.A. represa
32	2728	1076	3804	8625	734.13
62	9190	2177	11376	1913	735.8
72	18027	3681	21708	7920	734.06
86	21168	7539	28707	71898	732.92
94	14353	-	14353	-	735.38 – 734.98
2000	18194	5991	24185	4161	733.24

Elaboração e Organização: Juliana de Paula Silva, 2005

Tabela 10: Evolução dos níveis de colmatagem na Bacia do Ribeirão Jaceguay (em porcentagem)

Ano	Comatagem Completa (%da área total)	2º nível de Colmatagem (%da área total)	Colmatagem completa + 2º nível de Colmatagem (%)	1º nível (plumas) (%da área total)	N.A. represa
32	0,001	0,06	0,061	0,47	734.13
62	0,5	0,12	0,62	0,1	735.8
72	0,98	0,2	1,18	0,43	734.06
86	1,16	0,41	1,57	3,93	732.92
94	0,78	-	0,78	-	735.38 – 734.98
2000	0,99	0,83	1,82	0,28	733.24

Elaboração e Organização: Juliana de Paula Silva, 2005

Elaboração e Organização: Juliana de Paula Silva, 2005

VIII.2 Evolução dos Remansos

VIII.2.1 - Da construção da represa a 1932

Gráfico 3: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Guavirutuba em 1932

Elaboração: Juliana de Paula Silva, 2005

Gráfico 4: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Jaceguay em 1932

Elaboração: Juliana de Paula Silva, 2005

Na data do primeiro mapeamento encontramos um grau de perturbação muito pequeno em ambas as bacias com 70% de mata secundária na Bacia do Ribeirão Jaceguay e 60% na Bacia do Ribeirão Guaviruba que tem como diferencial 5% de loteamentos (início da urbanização) e 5% de agricultura. Os níveis de colmatagem completa atingiram 0,37% no remanso do Ribeirão Guavirutuba e 0,001% no Ribeirão Jaceguay. Os primeiros e segundos níveis de colmatagem atingiram respectivamente 0,31% e 0,02% na Bacia do Guavirutuba e 0,47 e 0,06 na Bacia do Jaceguay.

Em 1932 a Represa tinha cerca de 20 anos e os níveis de colmatagem foram baixos em ambas as Bacias, pois a maior parte das áreas estavam protegidas por matas ou gramíneas.

**Figura 20. Mapa do Remanso do Ribeirão Guavirutuba
Morfologia e dinâmica predominante em 1932**

Legenda

Convenções Cartográficas

	Rio (base cartográfica)		Curva de nível
	Rio (base aerofotogramétrica)		Ponto cotado
	Recessos (base cartográfica)		Aruamento
	Represas (base aerofotogramétrica)		Estrada

Evidências de processos

Unidade morfológica	Dinâmica	Níveis da colmatagem
Planície fuvial	Fluvial	Colmatagem completa
Planície fluvio-lacustre	Fluvio-lacustre	2º nível da colmatagem
Lago	Dinâmica lacustre com avanco de plumas de sedimentação	1º nível de colmatagem
Área de várzea	Várzea lacustre	Área de várzea

Nível de água da represa: 734,13 m

Escala 1:5 000

(ampliação da base original na escala 1:10 000)

Propriedade Universal Transversa de Mercator

Mercator UTM 18 S

Coordenadas: UTM 18 S

Datum: WGS 84

Unidade: metros

Fonte

Banco de dados: IBGE/ANSA, Levantamento aerofotogramétrico da Região Metropolitana de São Paulo, Escala 1:10 000

Folha 3333 - 234 - São Paulo, 1981

Projeção: UTM 18 S, Escala 1:10 000, Fusão de 30 segundos

Documentação: IBGE, Diretoria de Levantamentos e Informações, 2004

Elaboração e organização: Juliana de Paula Silva e Alexandre Américo Cunha, 2006

Figura 21: Mapa do Remanso do Ribeirão Jacaguay Morfologia e dinâmica predominante em 1932

Legenda

Convenções Cartográficas

	Rio (base cartográfica)		Curva de nível
	Rio (base aerofotogramétrica)		Perfil cobado
	Represa (base cartográfica)		Ampliamento
	Represa (base aerofotogramétrica)		Estrada

Evidências de processos

Unidade morfológica	Dinâmica	Níveis de colmatagem
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem completa
Planície flúvio-lacustre	Flúvio-lacustre	2º nível de colmatagem
Lago	Dinâmica lacustre com avanço de plumas de sedimentação	1º nível de colmatagem
Área de várzea	Várzea lacustre	sem colmatagem

Nível de água da represa: 734,13 m

Escala 1:5.000

Ampliação de base original na escala 1:10.000

Projeção Universal Transversa de Mercator

Meridiano Central: 47° W

Datum horizontal: Campo Alegre

Datum vertical: Marégrafo de Indaiá

Fonte

Arquivo cartográfico: IBGE/AN, levantamento cartográfico do Estado de São Paulo, escala 1:10.000

Planisfério: 1911 e 1917, São Paulo, 1941

Tratado de Paris, 1825, Tratado de Madrid, 1845 e 1848, São Paulo, 1922

Documentação: IBGE, dados de campo do Remanso Guarapiranga, São Paulo

Elaboração e organização: Juliana da Silva e Alexandre Irmãos Cury, 2005

Gráfico 5: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Guavirutuba em 1962

Elaboração: Juliana de Paula Silva, 2005

Gráfico 6: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Jaceguay em 1962

Elaboração: Juliana de Paula Silva, 2005

Em 1962 observa-se um aumento da taxa de colmatagem completa no Ribeirão Jaceguay (de 0,001 para 0,5%) e aumento do segundo nível de colmatagem (de 0,06% para 0,12%) que podem estar relacionados com uma área de 6% de solo exposto nesta Bacia, e uma taxa de colmatagem completa semelhante ao ano de 1932 para a Bacia do Ribeirão Guavirutuba (de 0,37% para 0,42%), que começa a apresentar uma urbanização de baixa densidade. Há também na Bacia do Guavirutuba um aumento de 0,02% para 0,21% do segundo nível de colmatagem. A taxa colmatagem completa + segundo nível de colmatagem foi muito semelhante: 0,63% na Bacia do Guavirutuba e 0,62% na Bacia do Jaceguay.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Neste ano o nível de água da Represa no dia da fotografia aérea foi o mais alto de todos (735.8 m), não deixando em dúvida os limites da área de colmatagem completa. Por outro lado verificou-se a dificuldade no reconhecimento das plumas e sedimentos nos remansos de ambas as Bacias Hidrográficas.

É possível observar que até esta data as Bacias ainda apresentavam usos semelhantes, uma vez que a maior parte de ambas ainda estava recoberta com matas e gramíneas. Quanto às diferenças, a urbanização de baixa densidade encontrada na Bacia do Guavirutuba preserva grandes áreas de proteção de mata e gramíneas, e o solo exposto, encontrado na Bacia do Jaceguay acarreta uma maior fragilidade à erosão, podendo explicar o maior aumento da colmatagem nesta bacia em relação a 1932.

**Figura 22: Mapa do Remanso do Ribeirão Guavirutuba
Morfologia e dinâmica predominante em 1962**

Legenda

Convenções Cartográficas

	Rio (base cartográfica)		Curva de nível
	Rio (base aerofotogramétrica)		Ponto cotado
	Represa (base cartográfica)		Armazenamento
	Represa (base aerofotogramétrica)		Estação

Evidências de processos

Unidade morfológica	Dinâmica	Níveis de colmatação
Planície fluvial	Fluvial	Colmatação completa
Planície flúvio-lacustre	Flúvio-lacustre	2º nível de colmatação
Lago	Dinâmica lacustre com avanço da planície de sedimentação	1º nível de colmatação
Área de várzea	Flúvio-lacustre	sem colmatação

Nível de água da represa: 735,80 m

Escala 1:5 000
(reprodução da base original na escala 1:10 000)

Projeção Universal Transversa de Mercator

Matriz Geométrica 40° W

Sistema Nacional de Referência

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Fonte

Base cartográfica: IBGE, 1962. Base aerofotogramétrica: Agência Nacional de Energia Elétrica, 1962.

Reprodução da base original na escala 1:10 000

Projeção Universal Transversa de Mercator

Matriz Geométrica 40° W

Sistema Nacional de Referência

Elaboração e organização: Juliana de Paula Silva e Alana dos Santos Costa, 2005

**Figura 23: Mapa do Remanso do Ribeirão Jaceguay
Morfologia e dinâmica predominante em 1962**

Legenda

Convenções Cartográficas

	Rio (base cartográfica)		Curva de nível
	Rio (base aerofotogramétrica)		775
	Represa (base cartográfica)		Atualmento
	Represa (base aerofotogramétrica)		Estrada

Evidências de processos

Unidade morfológica	Dinâmica	Níveis de colmatagem
Parque fluvial	Fluvial	Colmatagem completa
Parque fluvio-lacustre	Fluvio-lacustre	2º nível de colmatagem
Lago	Dinâmica lacustre com avanço de planície de sedimentação	1º nível de colmatagem
Base do remanso	Volcânica-lacustre	sem colmatagem

Nível de água da represa: 735,80 m

Escala 1:5 000

(ampliação da base original na escala 1:10 000)

Projeto Univesul Transversal de Monitor

Monitoria Semel 01' W

Setor Univesul: Círculo Negro

Setor Univesul: Setor de Monitor

Fonte

Base cartográfica: SUPA, 1:50 000, levantamento aerofotogramétrico de Eng. Leopoldina de São Paulo, Escala 1:10 000.

Folhas 225 e 221, São Paulo, 1965.

Projeto Univesul Transversal de Monitor, 1:50 000, Região 1, Região 2, Região 3, Região 4, São Paulo, 1962.

Documentação: DAME, Dados de monitoria do Remanso Guaraniçanga, São Paulo.

Elaboração e organização: Juliana de Paula Silva e Alexandre Iamamoto Cufre, 2006

Gráfico 7: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Guavirutuba em 1972

Elaboração: Juliana de Paula Silva, 2005

Gráfico 8: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Jaceguay em 1972

Elaboração: Juliana de Paula Silva, 2005

Em 1972 verifica-se um aumento da colmatagem completa de 0,5% para 0,98% aliado a um decréscimo de 0,12% para 0,2% no segundo nível de colmatagem na Bacia do Ribeirão Jaceguay. Este aumento pode ser relacionado aos 10,3% de solo exposto e os 26% de agricultura ciclo curto encontrados na bacia.

A Bacia do Ribeirão Guavirutuba apresentou neste período (entre 1962 e 1972) um aumento da área de colmatagem completa menor em relação ao aumento no Ribeirão Jaceguay, indo de 0,42% para 0,6%, porém, houve um aumento maior no segundo nível de colmatagem (de 0,21% para 0,87%). Apesar de apresentar nesta época mais da metade da área da bacia já urbanizada, percebe-se uma área de colmatagem completa + segundo nível de colmatagem pouco superior ao do Remanso do Ribeirão Jaceguay. É importante,

entretanto, observar que a urbanização predominante era de média e baixa densidade. Ou seja, com densidades baixas e médias de ocupação, há permanência de um extrato arbóreo arbustivo considerável entre as áreas pavimentadas (vide tabela 6). Desta forma, mantém-se uma grande superfície permeável, facilitando a infiltração e evitando que a maior parte da chuva escoe superficialmente gerando uma erosão acelerada.

Pode-se concluir que até o ano de 1972 as duas bacias hidrográficas apresentaram pequenas variações nos níveis de colmatagem, sendo que a Bacia do Ribeirão Jaceguay apresentou surpreendentemente uma maior porcentagem de colmatagem completa em relação à Bacia do Ribeirão Guavirutuba (apesar do segundo nível de colmatagem ser bem maior na bacia do Guavirutuba). A partir destes dados podemos inferir que o uso do solo agrícola, sem manejo adequado (grandes superfícies de solo exposto em evidência), pode gerar uma erosão tanto ou mais acelerada que padrões de ocupação alto e médio. Desta forma, percebe-se que o uso do solo agrícola em áreas de mananciais deve ser permitido com restrições, pois além da erosão acelerada que pode promover, contribuindo para o assoreamento da represa, pode gerar contaminação através dos defensivos e agrotóxicos carregados com os sedimentos transportados.

Outra consideração importante são as “surpresas” que encontramos no decorrer da pesquisa. A bacia do Ribeirão Jaceguay foi escolhida por apresentar em 2000 quase toda sua área recoberta por mata/gramíneas, pois desta forma serviria como referência de um ambiente com baixo grau de intervenção antrópica (como recomendado pela literatura em estudos envolvendo esta temática). A “surpresa” veio quando percebeu-se que parte desta mata foi recuperada, e esta bacia apresentava no ano de 1972 36,3% de sua área voltada para agricultura de ciclo curto.

**Figura 24: Mapa do Remanso do Ribeirão Guavirutuba
Morfologia e dinâmica predominante em 1972**

Legenda

Convenções Cartográficas

	Rio (base cartográfica)		Curva de nível
	Rio (base aerofotogramétrica)		Ponto cotado
	Represa (base cartográfica)		Aumento
	Represa (base aerofotogramétrica)		Estrada

Evidências de processos

Unidade morfológica	Dinâmica	Níveis de colmatagem
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem completa
Planície flúvio-lacustre	Flúvio-lacustre	2º nível de colmatagem
Lago	Dinâmica lacustre com avanço de plumas de sedimentação	1º nível de colmatagem
Área de várzea	Várzea lacustre	sem colmatagem

Nível da água da represa: 733,96 m

Escala 1:5 000

(arquivo do base original na escala 1:10 000)

Projeto Universal Transversal de Monitor

Modulo Central 40° W

Sistema Nacional: Campo Alegre

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Sem escala: 1:50 000

Fonte

Base cartográfica: IBGE/USP, levantamento aerofotogramétrico do Rio de Janeiro em São Paulo, escala 1:10 000.

Planos 2501 e 2504 - São Paulo, 1961.

Relatório sobre o Rio de Janeiro, escala 1:10 000, Rio de Janeiro, 1972.

Documentação: IBGE, Dados de operação do Rio de Janeiro, São Paulo.

Elaboração e organização: Juliana de Paula Silva e Alexandre Iannamoto Cuffa, 2005

Figura 25: Mapa do Remanso do Ribeirão Jacaguay Morfologia e dinâmica predominante em 1972

Legenda

Convenções Cartográficas

- Rio (base cartográfica)
- Rio (base aerofotogramétrica)
- Recess (base cartográfica)
- Represa (base aerofotogramétrica)
- Curva de nível
- Ponto cotado
- Aumento
- Estrada

Evidências de processos

Unidade morfológica	Dinâmica	Níveis de colmatagem
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem completa
Planície flúvio-lacustre	Flúvio-lacustre	2º nível de colmatagem
Lago	Colmúcia lacustre com avanço de pluma de sedimentação	1º nível de colmatagem
Base de ventania	Ventania-lacustre	sem ocorrência

Nível de água da represa: 734,06 m

Escala 1:5 000

Ampliação da base original na escala 1:10 000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema Centesimal 49° W
Datum Universal: Chicago 49m
Datum vertical: Marégrafo de Curitiba

Fonte

Base cartográfica: IBGE/AN, Levantamento aerofotogramétrico do Estado do Paraná em São Paulo, Escala 1:10 000, 1971 e 1972, São Paulo, 1981.
Fotografia aérea: DGE/IBGE, Escala 1:10 000, 1971 e 1972, São Paulo, 1972.
Documentação: INAC, Dados de operação da Represa Guarapirangua, São Paulo

Elaboração e organização: Juarez de Paula Silva e Alexandre Américo Cuffa, 2005

Gráfico 9: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Guavirutuba em 1986

Elaboração: Juliana de Paula Silva, 2005

Gráfico 10: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Jaceguay em 1986

Elaboração: Juliana de Paula Silva, 2005

No ano de 1986 verifica-se a maior porcentagem de colmatagem na Bacia do Ribeirão Jaceguay (1,16% de colmatagem completa; 0,41 com segundo nível e 3,93% de avanço de plumas de sedimentação). Este índice não volta a se repetir em nenhum dos anos selecionados seguintes. Observa-se que em 1986 o nível de água na data da foto utilizada para restituição da Bacia do Ribeirão Jaceguay estava extremamente baixo (732,92 m) mesmo se comparado com o Nível de água na data da fotografia utilizada para restituição do Ribeirão Guavirutuba (734,01 m). O baixo volume de água da represa pode explicar a grande área de ocorrência de plumas de sedimentação no remanso estudado.

Cabe ressaltar ainda que o uso da terra do Ribeirão Jaceguay tende, a partir da década de 80, a recuperar importantes áreas de matas e gramíneas. A compra de grande

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

parte da área da bacia pela Igreja Messiânica do Brasil determinou uma restrição do uso agrícola sendo a construção da Igreja envolta por mata e jardins muito bem cuidados (anexo 2).

A bacia do Ribeirão Guavirutuba também teve seu volume colmatado muito ampliado nesta restituição (0,6% para 2,2% de colmatagem completa). Neste caso, entretanto, pode-se relacionar a erosão acelerada na bacia a um significativo aumento das áreas urbanizadas com baixo padrão de construções (urbanização alta densidade).

Este dado confirma as conclusões de LIMA (1990 pag.87) para a Bacia do Ribeirão Guavirutuba: *Comparando-se as cartas do ano de 1973 com 1895, é facilmente identificada a rápida transformação sofrida pela bacia hidrográfica no período, confirmando a compatibilidade dos dados demográficos do período para a área de estudo. A expansão das áreas construídas, pavimentadas e das áreas colmatadas, são as características mais marcantes. Esta última reflete a importância dos graus de intervenção morfológica e das modalidades de apropriação ocorridas na bacia, para com a atividade morfodinâmica. Prova disto é o relativamente pequeno avanço da colmatagem observado no período de 1962 a 1973, quando as categorias morfologia semi-preserveda e suas intervenções lineares predominavam.*

Sendo assim, neste intervalo de tempo que encontramos no Ribeirão Jaceguay uma taxa de colmatagem relativamente alta (colmatagem completa + segundo nível de colmatagem: 1,57%), levando-se em conta, o baixo nível da represa no dia da fotografia. É na Bacia do Ribeirão Guavirutuba, entretanto, que encontramos a maior taxa de colmatagem dentre todos os anos estudados (colmatagem completa + segundo nível de colmatagem: 3,07%). Neste caso, o nível de água foi muito semelhante ao ano anterior (733,96 em 1972 e 734,1 em 1886). Assim, este grande aumento da área colmatada é explicado exclusivamente pela mudança de padrão de uso da terra que ocorreu neste período.

Este processo acelerado de erosão, gerando altas taxas de colmatagem no Remanso do Ribeirão Guavirutuba vêm ao encontro da teoria (NIR, 1983 e LIMA, 1990) de que a urbanização de alta densidade, especialmente no seu estágio de perturbação ativa

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

(contruções alterando a morfologia original através da supressão da cobertura vegetal, cortes e aterros) é uma ação antrópica de alto potencial morfodinâmico, promovendo a instabilidade das vertentes, e taxas de erosão aceleradas.

**Figura 26: Mapa do Remanso do Ribeirão Guavirutuba
Morfologia e dinâmica predominante em 1986**

Legenda

Convenções Cartográficas

	Rio (base cartográfica)		Curva de nível
	Rio (base aerotriangulométrica)		Ponto cotado
	Represa (base cartográfica)		Aruamento
	Represa (base aerotriangulométrica)		Estrada

Evidências de processos

Unidade morfológica	Dinâmica	Níveis de colmatagem
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem completa
Planície flúvio-lacustre	Flúvio-lacustre	2º nível de colmatagem
Lago	Dinâmica lacustre com avanço de plumas de sedimentação	1º nível de colmatagem
Base do vertente	Voluntária-lacustre	sem colmatagem

Nível de água da represa: 734,01 m

Escala 1:5.000

(ampliação da base original na escala 1:10.000)

Projeção Universal Transversa de Mercator

Mercator Central: 48° W

Coordenadas: UTM, Zona 18S

Coordenadas: UTM, Zona 18S

Fonte

Base cartográfica: IBGE/ANEP, Levantamentos aerotriangulométricos da Região Metropolitana de São Paulo, Escala 1:10.000, Folha 2333 e 2344, São Paulo, 1981.

Fotografia aérea: SATELITARIO, Escala 1:10.000, Foto T34, Fotografia nº 32, São Paulo, 1986.

Documentação: IBGE, Censos de saneamento de Região Metropolitana de São Paulo.

Elaboração e organização: Juliana de Paula Silva e Alexandre Iamanoto Cufu, 2005

Figura 27: Mapa do Remanso do Ribeirão Jaceguay
Morfologia e dinâmica predominante em 1986

Legenda

Convenções Cartográficas

Evidências de processos

Unidade morfológica	Dinâmica	Níveis de coíntalagem
Planície fluvial	Fluvial	Coíntalagem completa
Planície aluvio lacustre	Flúvio-lacustre	2º nível de coíntalagem
Lago	Dinâmica lacustre com avanço do planus de sedimentação	1º nível de coíntalagem
Base de ventania	Ventania lacustre	sem coíntalagem

Nível de água da represa: 732,92 m

Escala 1:5 000

(arquivo da base original na escala 1:10 000)

Projeção Universal Transversa de Mercator

Mercator Central: 49° W

Batim: horizontal: UTM; vertical: UTM

Batim vertical: UTM; horizontal: UTM

Fonte

Base cartográfica: INMETRA, levantamento aerofotogramétrico do Rio Jaceguay, São Paulo, Escala 1:10 000

FAIXA 136 e 137, São Paulo, 1985.

Imagens aéreas: ILM/INMETRA, Escala 1:10 000, Foto 136, Fotografia nº 26, São Paulo, 1985.

Documentação: INMETRA, dados de levantamento da Represa Usimanguá, São Paulo

Elaboração e organização: Juliana Silva e Alexandre Iamamoto Cúfia, 2008

Gráfico 11: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Guavirutuba em 1994

Elaboração: Juliana de Paula Silva, 2005

Gráfico 12: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Jaceguay em 1994

Elaboração: Juliana de Paula Silva, 2005

Em 1994 observamos uma diminuição nas áreas de colmatagem em ambos os remansos (colmatagem completa de 1,16% para 0,78% no Ribeirão Jaceguay e de 2,2% para 1,12% no Ribeirão Guavirutuba). O segundo nível de colmatagem foi identificado somente no remanso do Guavirutuba (1,08%), e o avanço das plumas de sedimentação não foi identificado em ambos os casos.

Esta diminuição pode estar relacionada com o nível de água elevado no mês em que as fotografias foram tiradas (735.38-734.98m). O alto índice de pluviosidade, responsável pelo aumento do nível de água da represa, e o avanço do corpo d'água do reservatório por sobre volumes de remanso assoreados podem ter remobilizado os materiais, de forma a transportar sedimentos para cotas mais profundas do reservatório.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

No remanso do Ribeirão Jaceguay ocorreu a recuperação de áreas de mata/gramíneas além da ausência de áreas de solo exposto, fato que pode justificar o recuo da área de colmatagem em relação a 1986.

No caso da Bacia do Guavirutuba, apesar da diminuição da área de colmatagem completa, decorrente da remobilização de material possivelmente gerada pelo aumento do nível d'água, temos um aumento na área de segundo nível de colmatagem (1,08%), fato que indica altas taxas de erosão/transporte, cujo material depositado pode ser observado mesmo com o alto nível de água apresentado pelo reservatório no período. Percebe-se nos gráficos de uso solo um acréscimo de áreas de urbanização de alta densidade (de 59,4% para 73,4%) e um decréscimo ainda maior das áreas de mata/gramíneas.

**Figura 28: Mapa do Remanso do Ribeirão Guavirutuba
Morfologia e dinâmica predominante em 1994**

Legenda

Convenções Cartográficas

Evidências de processos

Unidade morfológica	Dinâmica	Níveis de colmatagem
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem completa
Planície flúvio-lacustre	Flúvio-lacustre	2º nível de colmatagem
Lago	Dinâmica lacustre com avanço de plumas de sedimentação	1º nível de colmatagem
Reservatório	Reservatório	Colmatagem

Nível de água da represa: 735,38 - 734,98 m

Escala 1:5 000

(ampliação da base original na escala 1:10 000)

Projeção Universal Transversa de Mercator

Meridiano Central 49° W

Datum Nacional: Campo Alegre

Dados verticais: Malgahat de Itaipua

Fonte

Base cartográfica: IBRAG, 1981. Levantamento aerofotogramétrico da Região Metropolitana de São Paulo. Escala 1:10 000.

Folha 3333 e 3344, São Paulo, 1981.

Fotografia aérea: 3332 SA, Escala 1:20 000, Folha SA, Fotografia nº 21, São Paulo, 1984.

Documentação: IBRAG, Dados de operação da Represa Guavirutuba, São Paulo.

Elaboração e organização: Juliana de Paula Silva e Alexandre Yamamoto Cunha, 2005.

Figura 29: Mapa do Remaniso do Ribeirão Jaceguay Morfologia e dinâmica predominante em 1994

Legenda

Convenções Cartográficas

Evidências de processos

Unidade morfológica	Dinâmica	Níveis de colmatagem
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem completa
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem parcial
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem parcial
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem parcial
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem parcial
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem parcial
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem parcial
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem parcial
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem parcial
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem parcial

Nível de água da represa: 734,98 a 735,39 m (variação registrada em março de 1994)

Escala 1:5.000

Derivado de base original na escala 1:10.000

Projeto: Universidade Transversal de Marabá

Mapas: 1:5.000

Coordenadas: UTM

Coordenadas: UTM

Coordenadas: UTM

Fonte

Base cartográfica: IBGE, 1987

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Mapas: 1:5.000 e 1:10.000

Gráfico 13: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Guavirutuba em 2000

Elaboração: Juliana de Paula Silva, 2005

Gráfico 14: Uso da terra na Bacia do Ribeirão Jaceguay em 2000

Elaboração: Juliana de Paula Silva, 2005

No ano de 2000 percebe-se uma recuperação ainda maior em áreas de mata/gramíneas na Bacia do Ribeirão Jaceguay e uma permanência das porcentagens de uso da terra na Bacia do Ribeirão Guavirutuba. Este último explicado pelo esgotamento de áreas para novas construções.

No remanso do Ribeirão Jaceguay identificou-se através da fotografia aérea um aumento pouco significativo na área de colmatagem completa (de 0,78% para 0,99%), além de 0.38% de segundo nível de colmatagem. O avanço das plumas ocorreu em uma área correspondente a 0,28% da bacia. Este avanço em relação ao ano de 1994 pode ser em grande parte relacionado ao menor índice no nível de água da represa (733.24m).

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

No caso da Bacia do Ribeirão Guavirutuba houve um grande acréscimo de área colmatada em relação ao ano anterior, índice que superou, inclusive os de 1986.

A área de colmatagem completa chegou a 2,5% em relação à área de bacia, com pequenas áreas de segundo nível de colmatagem (0,56%) e plumas de sedimentação (0,47%).

É interessante observar na fotografia aérea (figura 31) como os sedimentos decorrentes da erosão/transporte da Bacia do Guavirutuba misturam-se, de certa forma, com os sedimentos da Bacia do Córrego Piraporinha (localizada ao sul da bacia do Ribeirão Guavirutuba). Entretanto há nitidamente mais sedimentos provenientes da Bacia do Ribeirão Guavirutuba, apesar da Bacia do Córrego Piraporinha também apresentar uma alta taxa de urbanização em 2000 (como podemos observar na figura 2).

Figura 30: Mapa do Remanso do Ribeirão Guavirutuba
Morfologia e dinâmica predominante em 2000

Legenda

Convenções Cartográficas

- Rio (base cartográfica)
- Rio (base aerofotogramétrica)
- Represa (base cartográfica)
- Represa (base aerofotogramétrica)
- Curva de nível
- Porto coberto
- Arruamento
- Estrada

Evidências de processos

Unidade morfológica	Dinâmica	Níveis de colmatagem
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem completa
Planície flúvio-lacustre	Flúvio-lacustre	2º nível de colmatagem
Lago	Dinâmica lacustre com evento de plumas de sedimentação	1º nível de colmatagem
Área de várzea	Várzea lacustre	sem colmatagem

Nível de água da represa: 733,24 m

Escala 1:5.000
(ampliação da base original na escala 1:10.000)
Projeção Universal Transversa de Mercator
Meridiano Central: 49° W
Datum horizontal: Campo Alegre
Datum vertical: Paragominas de altitude

Fonte

Base cartográfica: IBGE/ANEP, Levantamento aerofotogramétrico da Região Metropolitana de São Paulo, Escala 1:10.000, Folha 3330 e 3340, São Paulo, 1981.
Fotografia aérea: SASEC SA, Escala 1:10.000, Folha 11, Fotografia nº 52, São Paulo, 2000.
Documentação: EMAC, Dados de operação da Represa Guavirutuba, São Paulo.

Elaboração e organização: Juliana de Paula Silva e Alexandre Iamamoto Cluffe, 2005

Figura 31: Mapa do Remanso do Ribeirão Jaceguay Morfologia e dinâmica predominante em 2000

Legenda

Convenções Cartográficas

	Rio (base cartográfica)		Curva de nível
	Rio (base aerofotogramétrica)		Perfil cobado
	Represa (base cartográfica)		Amplamento
	Represa (base aerofotogramétrica)		Estreita

Evidências dos processos

Unidade morfológica	Dinâmica	Níveis de colmatagem
Planície fluvial	Fluvial	Colmatagem completa
Planície flúvio-lacustre	Flúvio-lacustre	2º nível de colmatagem
Lago	Dinâmica lacustre com avanço de plumas de sedimentação	1º nível de colmatagem
Base do vertente	Vertente-lacustre	sem ocorrência

Nível de água da represa: 733,24 m

Escala 1:5.000

Ampliação do foto original na escala 1:10.000
 Projeção Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: 47° W
 Datum Universal: Chicago 83m
 Datum vertical: Marégrafo de Imbituba

Fontes

Atos cartográficos: IBGE/IBRA, Levantamentos aerofotogramétricos do Projeto Interamericano de São Paulo, Escala 1:10.000, Planos 1733 e 1711, 1947-1948, 1949
 Fotografia aérea: IBGE/IBRA, Escala 1:10.000, Foto 17, Fotografia nº 02, São Paulo, 2005
 Documentação: INEAC, Dados de campo do Projeto Interamericano, São Paulo

Elaboração e organização: Juliana da Paula Silva e Alexandre Iamamoto Cuffa, 2005

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

VIII.3 – Contribuições dos trabalhos de campo e das análises sedimentológicas

Em trabalho de campo realizado no mês de abril/2005, foram observados fenômenos pontuais que auxiliaram a caracterização do tipo de sedimentos depositados em cada remanso.

Na fotografia 1 podemos observar o Remanso do Ribeirão Jaceguay sem vestígios de assoreamento na porção mais próxima à represa, e áreas apresentando vegetação de baixo porte correspondendo à colmatagem completa (fotografia 2).

Fotografia 1: Detalhe da foz do Ribeirão Jaceguay

Autoria: Juliana de Paula Silva, 2005

Fotografia 2: Área de colmatagem completa no Ribeirão Jaceguay

Autoria: Juliana de Paula Silva, 2005

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

No remanso do Ribeirão Guavirutuba encontramos na grande área colmatada vários tipos de vegetação como pode-se observar nas fotografias 3, 4 e 5. Nas áreas mais próximas à represa encontram-se vários tipos de macrófitas (plantas adaptadas a ambiente lacustre) e quanto mais à montante da área colmatada maior o porte apresentado pela vegetação. O estudo desta vegetação pode ser um importante indicador relativo à história da colmatagem neste remanso. Esta possibilidade, entretanto não foi totalmente explorada na presente pesquisa, mas pode vir a ser utilizada em outros estudos relativos a assoreamento de represas.

Fotografia 3: Diferentes tipos de vegetação no remanso de Ribeirão Guavirutuba

Autoria: Juliana de Paula Silva, 2005

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Fotografia 4: Diferentes tipos de vegetação no remanso de Ribeirão Guavirutuba

Autoria: Juliana de Paula Silva, 2005

Fotografia 5: Diferentes tipos de vegetação no remanso de Ribeirão Guavirutuba

Autoria: Juliana de Paula Silva, 2005

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

No trabalho de campo foi possível observar também indícios claros de depósitos profundos de material tecnogênico através de um desvio no curso do Ribeirão Guavirutuba induzido pela mini-estação de tratamento da SABESP Alto da Boa Vista no ano de 2000. Esta informação foi adquirida através da observação direta (fotografias 6 e 7) e do relato de um funcionário da SABESP que é um morador antigo da região.

Nesta parte em que o ribeirão foi desviado pode-se observar a alta capacidade e competência do rio, pois há grandes seixos trazidos pela dinâmica fluvial, misturados com material tecnogênico, encontrado nas margens (fotografia 7).

Esta “trincheira” escavada no antigo terraço de origem tecnogênica pelo rio chega a apresentar até 1 metro de profundidade, comprovando a origem antrópica do material (fotografias 6 e 7). A precisão desta profundidade, entretanto não pode ser mensurada pela ausência de dados estratigráficos sistemáticos da área.

Uma observação importante relacionada ao remanso do Ribeirão Guavirutuba é a condição insalubre encontrada. Por ser uma área instável que impossibilita qualquer tipo de construção, os remansos são, por vezes, utilizados como “bota fora”, onde encontram-se entulhos como pneus, sofás e roupas velhas, esgoto sendo despejado sem nenhum tratamento e até mesmo carcaças de animais. Tudo isto nas margens de represas para abastecimento público.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Fotografia 6: Detalhe do canal desviado para área de terraço originado por material tecnogênico

Autoria: Juliana de Paula Silva, 2005

Fotografia 7: Detalhe do canal desviado para área de terraço originado por material tecnogênico

Autoria: Juliana de Paula Silva, 2005

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
 Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

O material produzido pelo IPT (1998), não pode ser devidamente aproveitado como dado relevante na etapa de análise desta pesquisa. Os pontos escolhidos para sondagens não contemplaram a região próxima ao remanso do Ribeirão Jaceguay, faltando, portanto a base de comparação entre os sedimentos provenientes de uma bacia hidrográfica urbanizada e outra com predominância de matas e gramíneas. Além disso, os pontos próximos ao remanso do Ribeirão Guavirutuba são apresentados de forma pouco precisa para a análise na escala detalhada proposta nesta pesquisa (figura 8).

IX - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das mudanças observadas na Bacia do Ribeirão Jaceguay, especialmente no ano de 1972, quando pode-se 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 11 e 12.

Tabela 11: 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

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
 Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

Tabela 12: 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 envolve 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

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

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.

Para melhor visualização da oscilação das taxas de colmatagem X uso do solo nas Bacias hidrográficas selecionadas, elaborou-se um quadro síntese com os gráficos produzidos neste trabalho (figura 32).

Figura 32: Exposição dos Gráficos de Uso da Terra e Níveis de Colmatagem nos remansos de forma evolutiva

Evolução do Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guavirutuba:

Evolução dos níveis de colmatagem no remanso do Ribeirão Guavirutuba

Evolução dos níveis de colmatagem no Remanso do Ribeirão Jaceguay

Evolução do Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jaceguay:

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

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.

Em função deste objetivo considerou-se importante, neste item, a avaliação dos parâmetros metodológicos apresentados no item VI que foram de fato apropriados nesta pesquisa.

Quanto à orientação *observar as ações humanas como ações geomorfológicas na superfície terrestre*, considera-se empregada de fato, uma vez que o objetivo central da pesquisa foi justamente baseado nesta proposição.

A orientação relativa a *investigar padrões de ações humanas significativos para a morfodinâmica* foi desenvolvida parcialmente, uma vez que consideraram-se categorias simplificadas de uso do solo. Além disso, não foram realizados mapeamentos relativos aos usos do solo em cada ano considerado, procedimento que complementaria a análise, pois, além de considerar-se o tipo de uso poderia-se também correlacioná-lo, por exemplo, com a parte da vertente em que tal uso ocorre. Esta orientação não foi plenamente desenvolvida em decorrência da limitação de tempo para a conclusão da pesquisa, além de lacunas encontradas no levantamento de dados (no ano de 1932 o voo não recobriu toda a área das bacias hidrográficas selecionadas).

Uma orientação plenamente seguida no desenvolvimento da pesquisa é a de *investigar a dinâmica e a história cumulativa das intervenções humanas, iniciando com estágios pré-perturbação*. Além de considerar-se a evolução da ocupação da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guavirutuba, que hoje encontra-se em sua maior parte urbanizada, buscou-se fazer também a correlação desta história de ocupação com a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jaceguay, considerada referência de usos relativos ao estágio pré-perturbação.

A orientação *empregar diversas e complementares escalas espaço-temporais* foi parcialmente seguida. Ou seja, apesar de abordar-se uma escala temporal significativa na

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

pesquisa (de 1932 a 2000), não conseguiu-se chegar à correlação das mudanças impressas nos remansos com as mudanças promovidas no contorno da represa. Este objetivo foi inserido no projeto de pesquisa, mas seu desenvolvimento não foi possível em decorrência das limitações operacionais relativas ao georrefenciamento dos mapas em escala 1:100.000 que, por serem confeccionados em épocas muito diferentes (1899, 1921 e 1981) apresentaram distorções nas folhas impressas, sistemas de referência e critérios de mapeamento diferentes além da dificuldade de encontrar pontos de controle. Desta forma, apesar de trabalhar-se com uma escala temporal significativa, a análise das mudanças morfológicas foram realizadas apenas na escala de detalhe (1:5.000).

Em relação ao item *empregar e investigar as possibilidades da cartografia geomorfológica de detalhe*, considerou-se plenamente satisfeito, uma vez que a elaboração da legenda dos mapas evolutivos foi uma etapa densamente trabalhada para chegar-se aos resultados apresentados. Cabe salientar, que esta orientação deve ser especialmente empregada quando utilizamos novos métodos decorrentes do avanço no geoprocessamento digital de imagens. Para não correr o risco de cometer os erros encontrados na aparente simplificação que estas novas tecnologias oferecem, os critérios de mapeamento e legenda foram obtidos através de restituições analógicas das fotografias aéreas, e só então procedeu-se a adaptação destes critérios à cartografia digital.

Outra orientação considerada nesta pesquisa é a de *explorar a abordagem sistêmica e a teoria do equilíbrio dinâmico*. Desde a definição do objeto da pesquisa até a proposição dos objetivos a visão sistêmica esteve presente. Ou seja, a procura de novos balanços decorrentes da ação antrópica é, em sua essência, um estudo embasado na abordagem sistêmica. O aumento da erosão transporte e sedimentação mensurados, especialmente na Bacia do Ribeirão Guavirutuba, são decorrência de um aumento da atividade morfodinâmica desenvolvido pela substituição de fluxos difusos aliados a altas taxas de infiltração (no ambiente não perturbado) por fluxos superficiais que modificam a circulação hídrica no sistema considerado (bacia hidrográfica) após intervenção antrópica.

A *utilização da noção de limiares geomorfológicos e a análise de magnitude e frequência* foram abordadas, de forma indireta, nas correlações entre as taxas de uso do solo e as taxas de sedimentação. Não houve, entretanto, nesta pesquisa, a possibilidade de

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

estudar eventos pontuais, como deslizamentos decorrentes de limiares rompidos. Sabe-se que várias seqüências particulares de eventos foram substituídas por outras no decorrer do espaço temporal considerado, gerando as modificações mapeadas no remanso, especialmente da Bacia do Ribeirão Guavirutuba.

Dar ênfase à análise integrada de sistema geomorfológicos foi outra orientação seguida no decorrer da pesquisa, uma vez que considerou-se o sistema Bacia hidrográfica e mudanças espaciais decorrentes da apropriação do antrópico de forma diferenciada em cada uma das bacias hidrográficas.

A orientação *levar em consideração as particularidades dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais* foi utilizada na busca de parâmetros de escolha de duas Bacias Hidrográficas com estas características semelhantes. A escolha descuidada poderia levar a resultados equivocados, não decorrentes da intervenção antrópica, mas de fragilidades diferentes que áreas com características físicas distintas pudessem apresentar.

Finalmente considera-se a última orientação (RODRIGUES, 2004) *ampliar o monitoramento de balanços, taxas e geografia dos processos derivados e não derivados de ações antrópicas* plenamente satisfeita nesta pesquisa. Não pretende-se encerrar a questão com esta contribuição, mas sim alimentar listas, como a dos geoindicadores, com novos balanços de processos induzidos por ação antrópica no contexto morfoclimático considerado.

Outro objetivo alcançado nesta pesquisa foi a apreensão de novas técnicas e métodos como a aquisição de bases cartográficas e restituições com alto nível de precisão através da aerofotogrametria digital, e técnicas de sondagens indiretas através do radar de penetração no solo (GPR).

Apesar de não terem sido utilizadas nesta pesquisa, a apropriação destas novas tecnologias abrem um leque maior de possibilidades para futuras pesquisas que visam mensurar a contribuição do antrópico nas modificações impressas na superfície terrestre.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

X - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A.N. **Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. São Paulo.** Tese de Doutorado. DG/FFLCH-USP, 1956.

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.

CARVALHO, N.O. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios** - Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 2000.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia.** 1 ed. São Paulo: Hucitec/Edusp, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

COLTRINARI, L. Um exemplo de carta geomorfológica de detalhe: a carta do médio vale do Rio Parateí, SP (1:25.000). **Revista de Departamento de Geografia**, São Paulo DG/FFLCH-USP, n.1, 1982.

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.

COLTRINARI, L. Mudanças Ambientais Globais e Geoindicadores. **Pesquisas em Geociências**, São Paulo, vol. 28, 2001.

DNAEE. **Segundo Glossário de Termos Hidrológicos.** Brasília: Divisão de Controle de Recursos Hídricos, 1983.

DOUGLAS, I. **The impact of urbanisation on fluvial geomorphology in the humid tropics.** IN: SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL GEOMORPHOLOGY IN TROPICAL REGIONS. Lubumbashi. Geo-Eco-Trop, fasc 1 e 2, 1983.

DEMEK, J. Generalization of geomorphological mapping. In: DEMEK, J. **Progress made in geomorphological mapping.** Brn, Proceedings of the IGU. Commission on Applied Geomorphology, Sub-comm. Mapping. (tradução: Fabiano A. Oliveira; revisão: Lylian Coltrinary), 1977.

EMPLASA, **Levantamento Aerofotogramétrico da Região Metropolitana de São Paulo.** Escala 1:10.000. Folhas 2234, 3211, 3333, 3335, 1981.

EMPLASA, **Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo.** Escala 1:50.000. Folhas Osasco, São Paulo e Riacho Grande, 1984.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência, FINEP, 1988.

FUJIMOTO, N. S. V. M. **Análise Ambiental Urbana na área metropolitana de Porto Alegre – RS: Sub-Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio.** São Paulo DG/FFLCH-USP, Tese de Doutorado, 2001.

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

GUERRA, A.T. **Dicionário Geológico Geomorfológico.** 6 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

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

GUPTA, A. Geoindicators for tropical urbanization. **Anais da Regional Conference on geomorphology** (no prelo). Rio de Janeiro. UFJR, 1999b.

HART, M.G. **Geomorphology pure and applied.** London: George Allen&Unwin, 1986.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

IPT Estudo da Dinâmica Sedimentar do Reservatório Guarapiranga. Relatório nº 36.787, 1998.

IPT Diagnóstico e monitoramento do assoreamento dos reservatórios da Região Metropolitana de São Paulo - Relatório parcial. Relatório interno 38.862, 2000.

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.

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.

MONTEIRO, C.A.F. **A dinâmica e as chuvas no Estado de São Paulo (dados de 1941 a 1970).** Instituto de Geografia/FFLCH-USP, 1973.

MONTERIO, C.A.F. **Geossistemas – A história de uma procura.** 2. ed. São Paulo: Contexto, 2001.

NIR, D. **Man, a geomorphological agent: na introduction to a antropic geomorphology.** Jerusalém, Ketem Pub. House. 1983. NIR, O. **Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology.** Jerusalém: Ketem Pub House. 1993.

NIR, O. **Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology.** Jerusalém: Ketem Pub House. 1983.

OLIVEIRA, A.M.S. **Depósitos tectogênicos e assoreamento de reservatórios. Exemplo do Reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR.** São Paulo DG/FFLCH-USP, Tese de Doutorado, 1994.

PDPA Guarapiranga. **Subsídios ao Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do Guarapiranga.** Governo do Estado de São Paulo - Secretaria de Estado de Recursos hídricos, Saneamento e Obras, 2000.

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, 1997a.

RODRIGUES, C. Qualidade Ambiental Urbana: Como Avaliar? **Revista do Departamento de Geografia.** São Paulo DG/FFLCH-USP, n.11, 1997b.

RODRIGUES, C. **On antropogeomorphology.** Rio de Janeiro, Regional Conference on Geomorphology (no prelo) 1999.

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.

ROSS, J.L.S. & MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo.** São Paulo. Laboratório de Geomorfologia – DG/FFLCH-USP. Laboratório de Cartografia Geotécnica – Geologia Aplicada – IPT/FAPESP. Escala 1:500.000, 1997.

RUDIO, F.V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica.** Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1986.

SALES, M.M.L. et. all. A ocupação da Represa e as ações do Programa Guarapiranga. FRANÇA, E. (org) **Guarapiranga: Recuperação urbana e ambiental no Município de São Paulo.** São Paulo. M. Carrilho Arquitetos, 2000.

SANTOS, J.L. **Proposta Metodológica para avaliação geométrica de áreas desapropriadas em zona urbana com o uso do sistema GPS e Ortofotos Digitais: estudo de caso.** São Paulo Escola Politécnica-USP. Tese de Doutorado, 2004.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.

Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

SATO, S.S. **Sistema de controle de qualidade dos processos fotogramétricos digitais para produção de dados espaciais**. São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos-USP, Tese de Doutorado, 2003.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

THOMAS, M.F. **Tropical Geomorphology**. London: McMillan, 1974.

TOY & HADLEY, R.F. **Geomorphology and reclamation of disturbed lands**. London: Academic Press Inc, 1987.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

TRICART & CAILLEUX. **Principies et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson et Cie Editeurs, 1965.

TRICART, J & KILLIAN, J. **L'éco-geographie et l'aménagement du milieu naturel**. Paris: François Maspero, 1979.

TSUGAWA, J.K. **Elaboração de um mapa de risco potencial à processos geológicos da Bacia Guavirutuba, visando a prevenção do assoreamento da Represa Guarapiranga**. São Paulo) Instituto de Geociências USP, Monografia de Trabalho de formatura, 1998.

VERSTAPEN, H.T. **Applied Geomorphology: geomorphological surveys for environmental development**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1983.

Dissertação de Mestrado: “Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios:
Análise Comparativa de duas Bacias Hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo”.
Autora: Juliana de Paula Silva – Dezembro/2005

XI - ANEXOS

ANEXO 1:

Descrição das sondagens e dos resultados dos ensaios de concentração de P e Cu para os sedimentos de fundo do Reservatório Guarapiranga (pontos próximos ao remanso do Ribeirão Guavirutuba)

PONTO 77		Coordenadas UTM: 321848		Localização: Riviera	
Intervalos (cm)	Legenda	Litologia	Cu (mg/Kg)	P (mg/Kg)	Observações
76-90		argila marrom	165	1303	material de assoreamento (14 cm de espessura)
70-76		argila branca com areia fina amarela	7.5	364	material da antiga planície de inundação
0-70		areia argilosa cinza escura	4.8	396	

PONTO 78		Coordenadas UTM: 322079 / 7378102		Localização: Riviera	
Intervalos (cm)	Legenda	Litologia	Cu (mg/Kg)	P (mg/Kg)	Observações
70-81		argila marrom	12.9	1004	material de assoreamento (11cm de espessura)
0-70		argila esverdeada	8.8	328	material da antiga planície de inundação

ANEXO 2

Folder indicando o Uso da Terra na Igreja Messiânica
(próxima ao Remanso do Ribeirão Jaceguay)

Solo Sagrado de Guarapiranga

Guarapiranga Sacred Grounds

- Entrada Principal**
Main Entrance
- 01 Paróquia da Paz
 - 02 Praça da Paz
 - 03 Monumento da Consagração
 - 04 Recepção
 - 05 Caminho do Paraíso
 - 06 Espaço e Água

- Area do Santuario**
Sanctuary Area
- 07 Praça da Esperança
 - 08 Escada Arco-íris
 - 09 Templo
 - 10 Salão de Atendimento
 - 11 Enfermaria
 - 12 Ponto de Encontro
 - 13 Praça da Hermandade

- Area de Convivência**
Picnic Area
- 14 Praça da Felicidade
 - 15 Bosque
 - 16 Praça da Amor
 - 17 Santuário da Resposta
 - 18 Praça dos Amigos
 - 19 Lago das Crianças

- Area Cultural**
Cultural Area
- 20 Centro Cultural
 - 21 Livraria
 - 22 Biblioteca e Auditório 2
 - 23 Auditório 1
 - 24 Alojamento

- Informações**
- 01 Acesso
 - 02 Acesso por cadeira de rodas
 - 03 Sanitários especiais
 - 04 Sanitários
 - 05 Bebedouro
 - 06 Píntureas socorristas
 - 07 Lanchas
 - 08 Telefones
 - 09 Estacionamento
 - 10 Acesso