

## **MAPEAMENTO DE UNIDADES MORFOLÓGICAS COMPLEXAS NA BACIA DO RIBEIRÃO PIRAJUÇARA (SP): UMA PROPOSTA PARA SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS ANTROPIZADOS**

ALAMEDDINE, N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Geógrafo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Avenida Professor Almeida Prado, 532 – Cidade Universitária. CEP 05508-901. São Paulo / SP –Brasil. (11) 3767-4852. [nabil@ipt.br](mailto:nabil@ipt.br)

RODRIGUES, C.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Professora Doutora do Departamento de Geografia - Universidade de São Paulo. Avenida Professor Lineu Prestes, 338 - Cidade Universitária. CEP 05508-000. São Paulo / SP – Brasil. (11) 3091-3769. [cleidrig@usp.br](mailto:cleidrig@usp.br)

### **RESUMO**

Este estudo aplica parcialmente a abordagem de RODRIGUES (1990, 1997, 1999 e 2003) para sistemas geomorfológicos antropizados, na bacia hidrográfica do ribeirão Pirajuçara. Essa bacia, de alta taxa de urbanização, é composta por parte dos municípios de Embu, São Paulo e Taboão da Serra. Por meio da cartografia digital, de sistemas de informações geográficas (SIG) e a partir de dados secundários foram identificados elementos da morfologia original e definidas categorias em escala 1:10.000 e 1:60.000. A morfologia antropogênica foi identificada a partir de procedimentos simplificados, utilizando-se imagens de satélite Ikonos, fotos oblíquas e reconhecimento de campo. Da correlação espacial dessas morfologias foi possível identificar as unidades morfológicas complexas (UMCs). Acredita-se que, com essa última, que discrimina combinações de tais fatos geomorfológicos, seja possível também interpretar áreas com processos superficiais semelhantes, informação indispensável para o planejamento urbano.

Palavras-chave: sistemas geomorfológicos antropizados, unidades morfológicas complexas.

### **INTRODUÇÃO**

Mesmo com o reconhecimento de que o homem tem parte importante na criação das formas da superfície terrestre e alteração dos processos, a inserção da variável antrópica nos estudos das Ciências da Terra começa a tomar força apenas em meados de 1960. RODRIGUES (2004) justificou a necessidade de superação de abordagens com ênfase nos elementos exclusivamente definidos pela natureza e apontou a importância de tratamento simultâneo e sistemático das interferências antrópicas e da morfologia pré-intervenção. Para denominar essa nova ênfase e essa maior complexidade na abordagem geomorfológica, vem sendo utilizada a denominação original proposta por NIR (1983): “antropogeomorfologia”.

Assim, o trabalho objetivou identificar unidades morfológicas complexas (UMCs) de acordo com RODRIGUES (1990; 1997; 1999; 2003) em especial para abordagem do

meio físico antrópico na bacia hidrográfica do ribeirão Pirajuçara-. Para a identificação dessas unidades, recorreu-se ao uso da cartografia - recurso importante na geomorfologia aplicada -, servindo-se de dados secundários da morfologia original e dados primários da morfologia antropogênica com abordagem compatível à escala 1:10.000. A morfologia antropogênica foi delimitada previamente a partir de produtos de sensores remotos do satélite Ikonos em escala de detalhe (1:10.000), fotos oblíquas e conferências de campo e representadas em escala 1:50.000.

### **ÁREA DE ESTUDO**

Com uma população aproximada de 1.141.455 (Tabela 1), a bacia do ribeirão Pirajuçara apresenta uma área de 73,1 km<sup>2</sup> abrangendo parte dos municípios de Embu (12,3 km<sup>2</sup>), São Paulo (40,6 km<sup>2</sup>) e Taboão da Serra (20,2 km<sup>2</sup>) no setor oeste da Região Metropolitana de São Paulo (Figura 1).

Do ponto de vista dos compartimentos geomorfológicos e do embasamento geológico, essa área é representativa de toda a região metropolitana de São Paulo. Situa-se em terrenos cristalinos e sedimentares da região denominada por ALMEIDA (1981) de “Planalto Paulistano” onde há um sistema hidrográfico entalhado partir de uma bacia sedimentar flúvio-lacustre de extensão restrita, superimposta aos terrenos de embasamento de idade pré-Cambriana, terrenos esses que apresentam rochas antigas de natureza granítica, gnáissica ou xistosa que representam o relevo circundante, mais dissecado. (AB´SABER, 1980).

Tabela 1 – Distribuição aproximada da população entre os municípios

Municípios	População
Embu	157.230
São Paulo	773.330
Taboão da Serra	210.895



Tabela 2 – Áreas-fonte de produção de sedimentos na bacia hidrográfica do ribeirão Pirajuçara distribuídas por município (IPT, 2004).

<b>Municípios</b>	<b>Áreas fonte de sedimentos</b>
Embu	05
São Paulo	25
Taboão da Serra	20

## **METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS**

A premissa na qual o trabalho se fundamenta considera o homem como agente geomorfológico, condição proposta por NIR (1982) que introduz o termo *antropogeomorfologia*. Considera-se o homem como agente devido ao fato de ser capaz de modificar propriedades dos materiais, as intensidades, os balanços e fatores dos processos e criar até mesmo novas formas.

Entende-se por Unidades Morfológicas Complexas (UMC) o produto da correlação de atributos da morfologia original e da morfologia antropogênica. Segundo RODRIGUES a morfologia original consistiria nas formas representativas de fases pré-intervenção, na qual atributos como extensão, declividades, mudanças, rupturas, entre outros, não sofreram alterações significativas por intervenção antrópica direta ou indireta em suas dimensões métricas. Já a antropogênica estaria representando diferentes seqüências de intervenções nas formas e materiais superficiais (fases de perturbação e pós-perturbação), e devem ser caracterizadas de acordo com as modalidades de intervenção, tais como: padrão de arruamento, densidade de edificações, densidade de lotes ou fases de consolidação. Essas intervenções devem ainda, serem particularizadas de acordo com suas extensão, profundidade, densidade e também, pelo volume de remanejamento ou substituição de materiais superficiais originais, levando em consideração certos atributos desses novos materiais – tecnogênicos (RODRIGUES, 2006 - prelo).

O procedimento simplificado para a identificação da morfologia original valorizou produtos cartográficos já existentes (dados secundários) tais como: base topográfica em escala 1:10.000 e mapa geológico em 1:50.000. Uma vez em ambiente de SIG (Sistemas de Informação Geográfica), as informações ali contidas possibilitaram originar mapas temáticos como o hipsométrico e o clinográfico. Para a base geológica, vetorizou-se as unidades litoestratigráficas para posterior correlação com o produto da Etapa 1.

A partir de imagens Ikonos (Etapa 3), delimitaram-se os padrões de uso urbano (Mapa 1), aqui denominados de morfologia antropogênica, em função da verificação em campo da correspondência entre padrões de imagem e os conteúdos da morfologia antropogênica. A consolidada metodologia de interpretação visual de fotografias aéreas e imagens de alta resolução espacial foi empregada por se considerar que ambas são análogas em termos de conteúdo informativo (ANDERSON, 1982; SOUZA, 2004). Logo, a tonalidade, forma, o padrão, a densidade, textura e o tamanho assumem importância maior ou menor, dependendo de sua correspondência aos conteúdos da morfologia antropogênica. Foi fundamental para este procedimento, a escala dos dados utilizados, uma vez que esta possibilitará maior ou menor generalização dos objetos que estão sendo analisados. A Figura 2 ilustra as etapas realizadas.

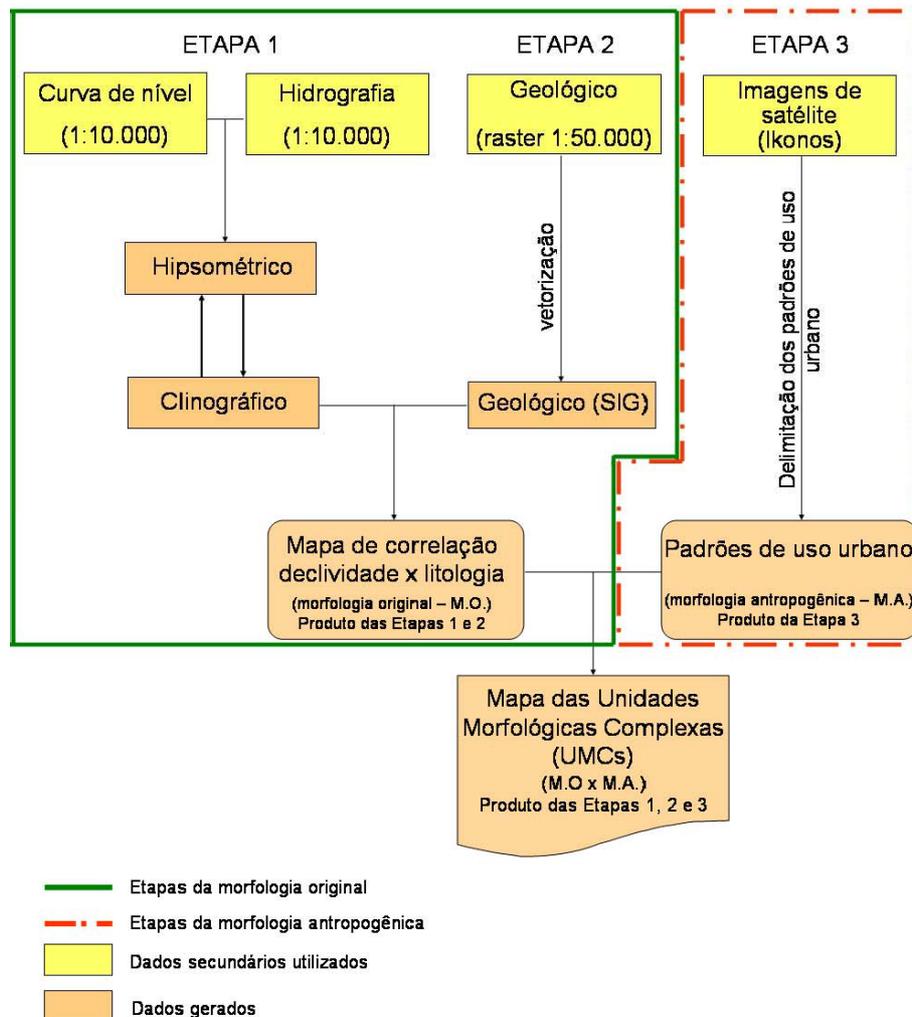


Figura 2 – Organograma das etapas realizadas para a identificação das UMCs.

Com isso, o subproduto cartográfico das Etapas 1 e 2 foi correlacionado com o da Etapa 3. Diversos testes foram realizados e selecionaram-se variáveis de acordo com a melhor discriminação das unidades da morfologia original e antropogênica.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Em se tratando de uma área com alterações antrópicas, faz-se necessária a compreensão sobre dois momentos atuando no mesmo *locus*: o natural e o social, em que o segundo pode dificultar o reconhecimento da forma do primeiro, sem que isso signifique a anulação deste. A preocupação inicial de caracterizar cada tipologia identificada sustenta-se na antropogeomorfologia e nos procedimentos da fotointerpretação. Atributos como densidade e volume de edificação, materiais superficiais (contraposição de edificação x vegetação), tipo de material construtivo (alvenaria, madeira, mista, etc.) e sua fase de implementação (consolidada ou não, ou ainda em fase de) foram considerados para a delimitação destas unidades nas imagens de satélite. A título de simplificar a denominação destas tipologias, atribuiu-se a seguinte nomenclatura: Área verde, Superfície exposta, Favela, Condomínio, Padrão A, Padrão B, Padrão C, Padrão D, Padrão E, Padrão F, Padrão G e por fim, Padrão H.

A Figura 3 ilustra as tipologias identificadas da morfologia antropogênica (padrões de uso urbano) e sua correspondência a padrões físicos urbanos. As imagens verticais à esquerda são fragmentos extraídos de imagem de satélite Ikonos e, a foto oblíqua à direita, sua correspondente. Atenta-se ao fato destas imagens serem de temporalidades distintas, sendo que a primeira data de 2002/2003 e a segunda, de 1998.

A partir da identificação dos padrões de uso urbano (tipologias antropogênicas) que totalizaram 12 e, do cruzamento de planos de informação com os dados da morfologia original, obteve-se um subproduto denominado de mapa de unidades morfológicas complexas na bacia hidrográfica do ribeirão Pirajuçara (Mapa 2), que integra em um mesmo espaço, a correspondência simultânea de atributos da morfologia original (extensão, declividades, etc.) e da morfologia antropogênica (formas de edificação, arruamento, etc.).

Para respeitar princípios encontrados em RODRIGUES (2006 – prelo), devem-se considerar as variáveis da morfologia passíveis de serem obtidas a partir de escalas de maior detalhe, como: extensão, ruptura, setor de vertente, etc. Porém, a título desta

pesquisa, elaborou-se um teste em escala de 1:60.000, no qual as simplificações dos atributos da morfologia original foram limitados ao conhecimento de informações cartográficas produtos já existentes.

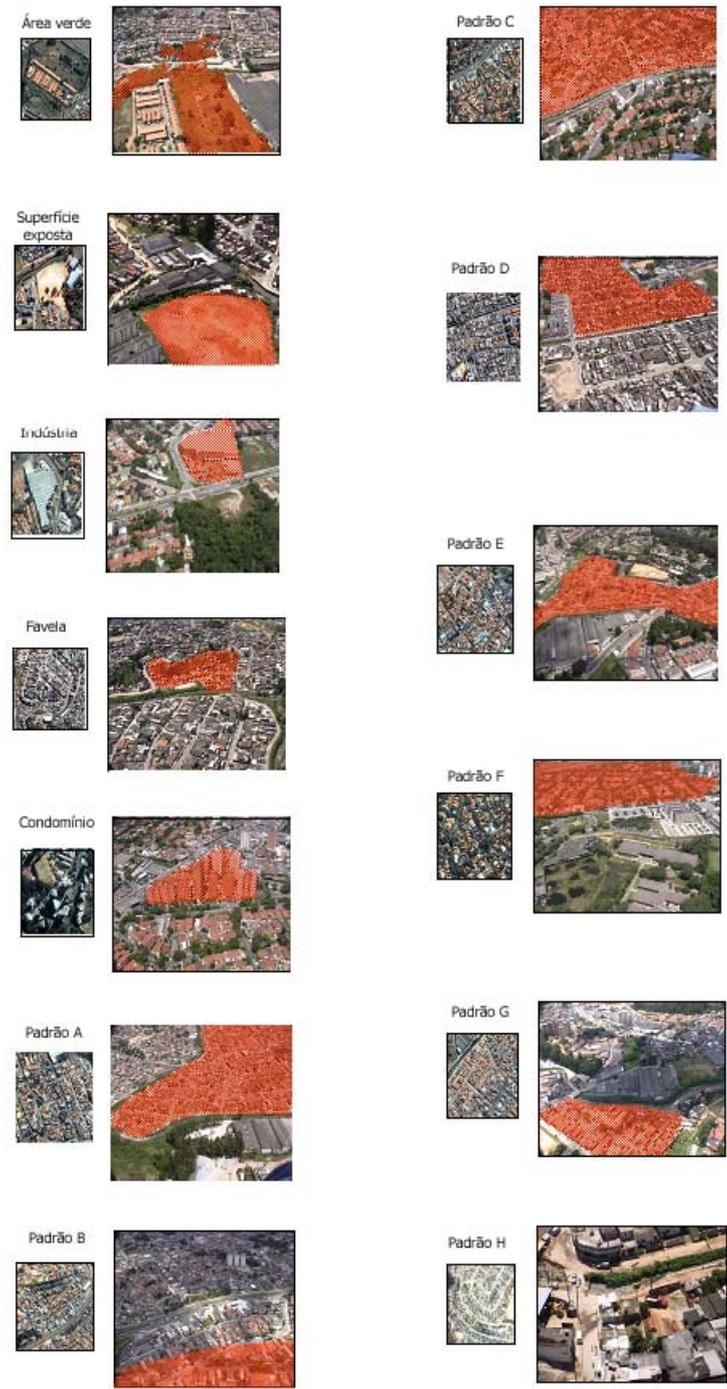
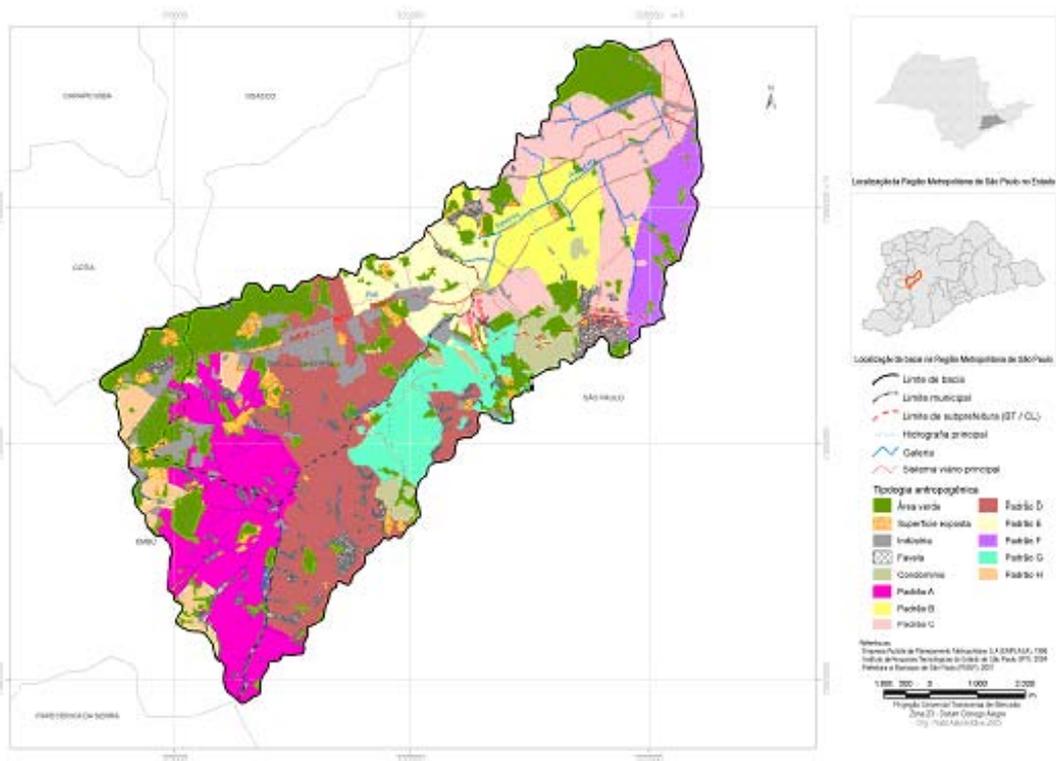
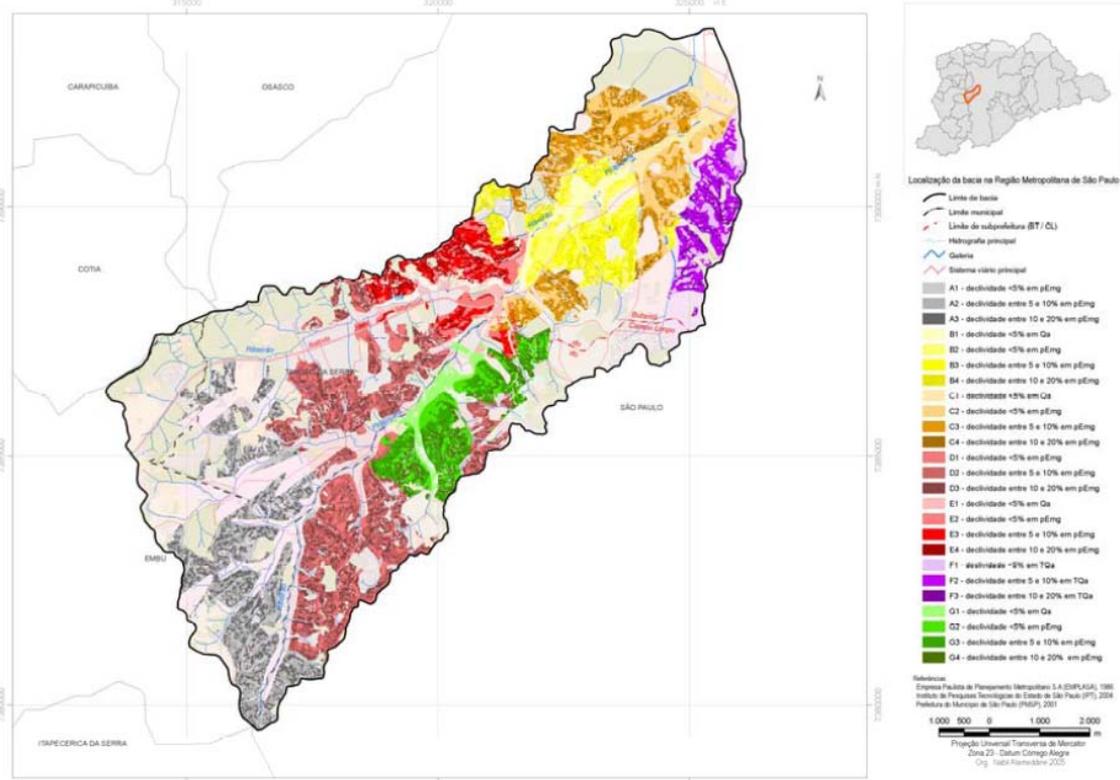


Figura 3 – Padrões de uso urbano identificados. À esquerda, fragmentos da imagem Ikonos e a foto oblíqua, à direita, sua correspondente.



Mapa 1 – Tipologias antropogênicas (padrões de uso urbano) na bacia hidrográfica do ribeirão Pirajuçara.



Mapa 2 – Mapa das unidades morfológicas complexas identificadas a partir da contraposição entre a morfologia original e antropogênica.

## CONCLUSÕES

O presente trabalho consistiu em testar a proposição de RODRIGUES (1990, 1997, 1999 e 2003) para a abordagem do meio físico antrópico na bacia hidrográfica do ribeirão Pirajuçara com procedimentos simplificados e menor escala.

A consideração simultânea da morfologia original - com todos os conteúdos morfológicos discriminados - e da seqüência de intervenções morfológicas urbanas para a identificação de unidades com hidrodinâmica atual similares, são as premissas na identificação de Unidades Morfológicas Complexas. Uma vez identificadas essas unidades com comportamento físico uniforme (unidades espaciais complexas) estarão identificadas as formas de intervenção e de mitigação de impactos mais adequadas a cada uma delas.

O fato de ser possível espacializá-las ou cartografá-las coloca a metodologia num plano ainda mais adequado à produção de instrumentos de planejamento físico-territorial urbano, pois contribuem para a identificação de áreas com dinâmica hidro-geomorfológica semelhante, por meio das quais é possível classificar as suscetibilidades a diversos processos superficiais dentre os quais incluem-se: inundações, enxurradas (torrentes urbanas), escorregamentos, assoreamentos, entre outras interpretações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB´SABER, A. N. **Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo**. Tese de Doutorado – Geografia 12, bol. nº 219. Departamento de Geografia – Faculdade de Ciências e Letras - Universidade de São Paulo. São Paulo, 1957.

ALAMEDDINE, N. **Proposta de Mapeamento de Unidades Morfológicas Complexas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pirajuçara**. Trabalho de Graduação Individual. Departamento de Geografia; Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

ANDERSON, P. S. **Fundamentos para Fotointerpretação**. Sociedade Brasileira de Cartografia. Rio de Janeiro, 1982.

BATISTA, S. C. **Conversa Cartográfica: Processo de Expansão Urbana na Metrópole Paulista e Unidades Geomorfológicas de Média Escala**. Trabalho de Graduação Individual. Departamento de Geografia; Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

EMPLASA – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo - **Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo**. Folhas 22 e 23. Escala 1:50.000. São Paulo, 1984.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Bases Técnicas para Prevenção e Controle da Erosão na Bacia do Ribeirão Pirajuçara, Municípios de São Paulo, Taboão da Serra e Embu** – Projeto Erosão Zero. Relatório Técnico nº 68.387. São Paulo, 2004.

NIR, D. **Man, a Geomorphological Agent – An Introduction to Antropic Geomorphology**. Keter Publishing House. Jerusalem, 1983.

RODRIGUES, C. **Geomorfologia Aplicada: Avaliação de Experiências e de Instrumentos de Planejamento Físico-Territorial e Ambiental Brasileiros**. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

\_\_\_\_\_ **Urbanização da Metrópole sob a Perspectiva da Geomorfologia: Tributo a Leituras Geográficas** in *As Geografias da Metrópole*. Volume 1. Editora Contexto. São Paulo, 2004.

SOUZA, I. M. **Análise do Espaço Intra-Urbano para Estimativa Populacional Intercensitária Utilizando Dados Orbitais de Alta Resolução Espacial** - Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos 2004.