

# Diminuição da vegetação no município de São Paulo em função da urbanização

Lucia Sousa e Silva, Luciana Travassos, Marta Dora Grostein

**Resumo** — Este trabalho tem como objetivo demonstrar o processo de supressão de vegetação no município de São Paulo em função da expansão urbana, através de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento. As áreas analisadas são a porção ao sul do Parque Estadual da Cantareira, ameaçada pela expansão urbana precária e predatória, e a Bacia do Aricanduva, cujo processo de adensamento associa-se a ocupações de baixa renda e a projetos de drenagem urbana. O método utilizado será o processamento de imagens de satélite (1986 e 2001), associado à análise de dados georreferenciados ambientais, demográficos e de uso do solo.

**Palavras-chave** — geoprocessamento, expansão urbana, sensoriamento remoto, áreas verdes, drenagem urbana.

## I. INTRODUÇÃO

O processo acelerado de urbanização nas grandes metrópoles tem provocado impactos socioambientais de grande magnitude, entre eles, a supressão da cobertura vegetal remanescente nos espaços urbanos. No município de São Paulo, esse processo se manifesta tanto nas franjas urbanas que ainda apresentam remanescentes de Mata Atlântica, como às margens dos cursos d'água intra-urbanos, cuja ocupação freqüentemente redundava na supressão de suas matas ciliares. Este trabalho tem como principal objetivo demonstrar este processo através de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento.

## II. MATERIAIS

Os materiais utilizados no trabalho foram: a) softwares ER Mapper e SPRING, para tratamento de imagens de satélite, e ArcView, para tratamento de dados georreferenciados; b) imagens de satélite Landsat 5 (1986) e Landsat 7 (2001), do INPE; c) dados georreferenciados dos distritos do município de São Paulo (Igasa, 1994), rios e represas na RMSP (Emplasa, 1994 e SMA, IPT, 2000), sistema viário principal (Logit, Emplasa, 1994 e LUME, 2002), avenidas de fundo de vale (LUME, 2002), unidades de conservação e áreas protegidas (LUME, 2002), loteamentos ilegais (SVMA, 2001 e PRODAM, 2002), favelas (CEM, SAS, 2003), setores censitários (CEM, 2003), bacias hidrográficas (PRODAM, 2002) e mancha urbana na RMSP em 2001 (LUME, 2003); e d) dados censitários agregados por distritos, com a população em 1980, 1991 e 2000, e por setor censitário, com a população e a área, em 1991 e 2000 (IBGE).

Lucia Sousa e Silva, [luciass@uol.com.br](mailto:luciass@uol.com.br), Luciana Travassos, [lucianat@usp.br](mailto:lucianat@usp.br), Marta Dora Grostein, [martagrostein@uol.com.br](mailto:martagrostein@uol.com.br), LUME- Laboratório de Urbanismo da Metrópole da FAU/USP, Rua do Lago, 876, Cidade Universitária, São Paulo-SP, Tel. +55-11- 30914649 e PROCAM/USP, Rua do Anfiteatro, 181, Colméias, Favo 14, Cidade Universitária, São Paulo-SP, Tel. +55-11-30913235.  
Trabalho recebido em 29 de maio de 2003.

## III. MÉTODOS

Tomando como ponto de partida a questão e as hipóteses formuladas para este trabalho – a diminuição da vegetação no município de São Paulo decorrente da negligência às normas legais, da dificuldade de acesso à habitação pela população de baixa renda e das opções de projetos de infra-estrutura assumidas pelo poder público – a metodologia utilizada no trabalho foi a comparação de imagens de satélite com mapas temáticos e demográficos referentes às áreas em estudo.

Inicialmente, as imagens de satélite tiveram suas bandas registradas no Programa SPRING, de forma que pudessem ser comparadas com os dados georreferenciados disponíveis.

Em seguida, as imagens foram importadas para o Programa ER Mapper, onde dois processamentos básicos foram utilizados. O primeiro foi uma composição colorida com bandas dos diferentes anos, permitindo observar o desmatamento ocorrido especialmente nos limites da mancha.

O segundo consistiu no processamento do Índice Normalizado de Diferença de Vegetação (NDVI) para cada um dos anos estudados, inserindo-se neste uma constante de nível do solo no pixel – o que se faz necessário nos estudos de áreas pouco vegetadas. Além da aplicação do índice de vegetação, foi realizado um fatiamento de níveis do resultado. Em seguida, executou-se a técnica denominada pseudo-cor, a qual consiste na transformação de uma imagem monocromática em níveis de cinza, em uma imagem em escala de cores, realçando as diferenças em relação à imagem original. Enquanto o primeiro processamento revelou-se adequado à aferição de perda de vegetação nas bordas da mancha urbana, o segundo se adequou melhor à avaliação desta perda nas áreas intra-urbanas.

Uma vez processadas, as imagens de satélite foram importadas ao Programa ArcView, onde foram relacionadas com diversos dados georreferenciados. Foram gerados mapas temáticos para as duas bacias hidrográficas em análise (Alto Cabuçu de Baixo e Aricanduva): topografia associada às áreas protegidas e à hidrografia; favelas e loteamentos ilegais associados às áreas protegidas, hidrografia e mancha urbana; e hidrografia associada às avenidas de fundo de vale e pontos de inundação. Adicionalmente, foram gerados mapas demográficos de densidade nos setores censitários; e de taxa geométrica de crescimento anual da população nos distritos do município de São Paulo.

## IV. DESENVOLVIMENTO

O processo de crescimento urbano do município de São Paulo caracteriza-se por uma perda significativa de vegetação. Por hipótese, essa perda está associada à expansão da mancha urbana e/ou o adensamento populacional de áreas já urbanizadas. Ambos resultam da negligência contínua às

normas estabelecidas pelo poder público, agravada pela ineficiência nas atividades de fiscalização; das estratégias habitacionais encontradas pela população de baixa renda; e das opções de projetos e obras de estruturação da cidade feitas pelo poder público.

A negligência às normas estabelecidas resulta na ocupação de áreas de preservação permanente estabelecidas pelo Código Florestal de 1965 – como as áreas declivosas, de topo de morro, lindeiras aos cursos de água e com vegetação expressiva; na ocupação de áreas livres públicas institucionais; na desobediência aos parâmetros estabelecidos pela lei de zoneamento do município – como a ocupação de áreas *non aedificandi*, inconformidade em relação às taxas de ocupação do solo e às áreas mínimas de terrenos e glebas, loteamento ilegal de áreas rurais e sua transformação em áreas urbanas, usos incompatíveis ao estabelecido na lei; na ocupação inadequada de áreas naturais protegidas – como as Áreas de Proteção Ambiental e as zonas de amortecimento no entorno das unidades de conservação de uso indireto; e assim por diante.

As estratégias adotadas pela população de baixa renda decorrem da deficiência no provimento de habitação de interesse social, seja no mercado imobiliário formal ou na produção pública, e se caracterizam pela profusão de favelas e de loteamentos clandestinos precários no espaço intra-urbano e nas franjas de urbanização.

Por último, as opções de investimentos em projetos do poder público têm privilegiado a construção de grandes obras de infra-estrutura urbana – como as obras viárias associadas aos projetos de canalização de córregos – ocupando as várzeas, estimulando o adensamento de áreas impróprias à ocupação e, conseqüentemente, inviabilizando a manutenção de áreas com vegetação.

Para demonstrar o processo de supressão ocorrido no município, foram definidas duas sub-bacias hidrográficas pertencentes à Bacia do Alto Tietê – a Bacia do Alto Cabuçu de Baixo e de seus afluentes, e a Bacia do Aricanduva.

A Bacia do Alto Cabuçu de Baixo e de seus afluentes apresenta terrenos de alta declividade recobertos por camadas pouco espessas de sedimentos, com afloramentos do cristalino, extremamente impróprios à ocupação urbana. Apresentam também uma grande concentração de habitações precárias – como favelas e loteamentos clandestinos – o que torna a área vulnerável à ocorrência de deslizamentos e desabamentos. A área localiza-se ao sul do Parque Estadual da Cantareira, uma unidade de conservação de uso indireto que resguarda um dos principais remanescentes de Mata Atlântica do município de São Paulo, ameaçada pela expansão da mancha urbana.

Já a Bacia do Aricanduva tem sido objeto de diversos planos e projetos de macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – como o Programa de Canalização de Córregos e Construção de Avenidas de Fundo de Vale, PROCAV, e o Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê. Como resultado destes projetos, há uma significativa alteração da paisagem, do uso do solo e dos sistemas de drenagem urbana, por meio da construção de avenidas de fundo de vale e de bacias de retenção, conhecidas como piscinões. Associado ao PROCAV, há um projeto de remoção das favelas lindeiras

aos fundos de vale para conjuntos habitacionais localizados na periferia do município.

## V. RESULTADOS OBTIDOS

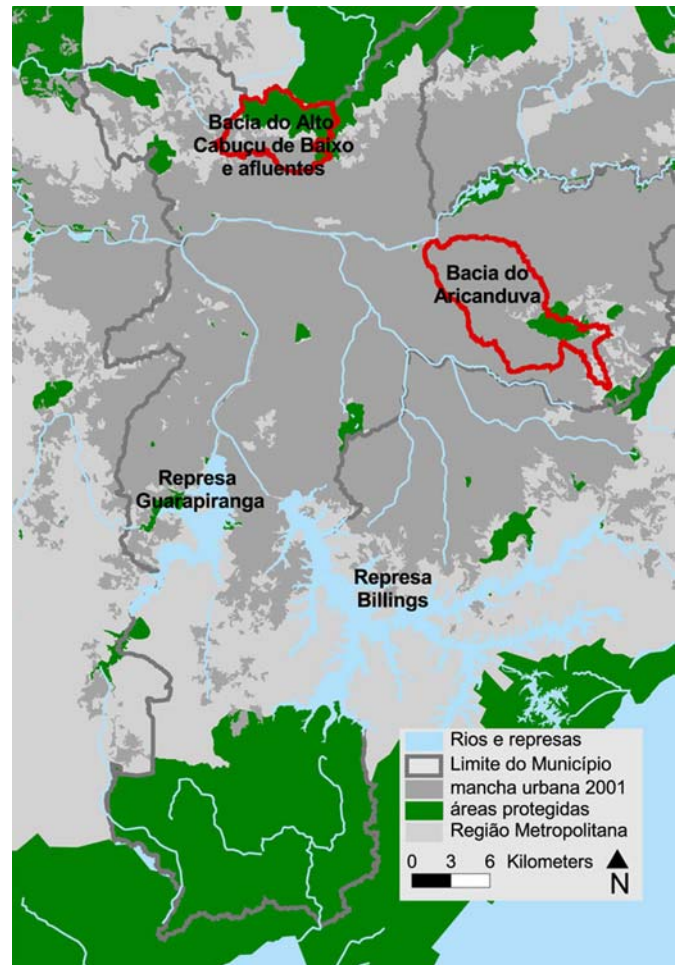


Fig.1. Localização das bacias hidrográficas analisadas no município

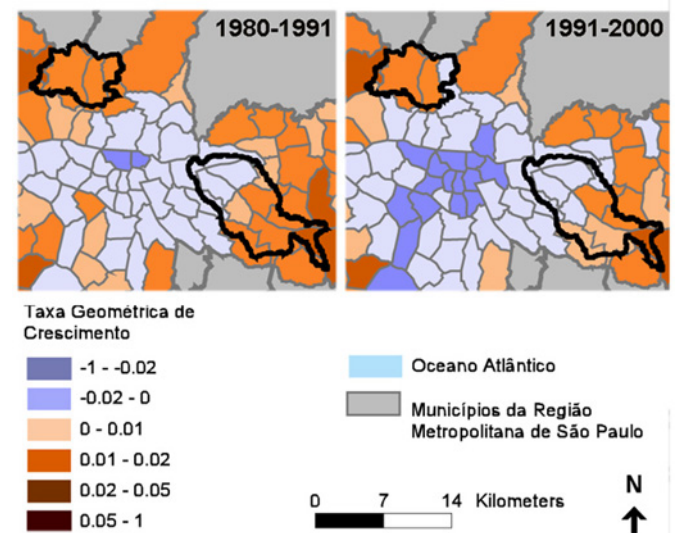


Fig.2. Taxa Geométrica de Crescimento Anual entre 1980 e 1991 e entre 1991 e 2000



A. *Bacia do Alto Cabuçu de Baixo*

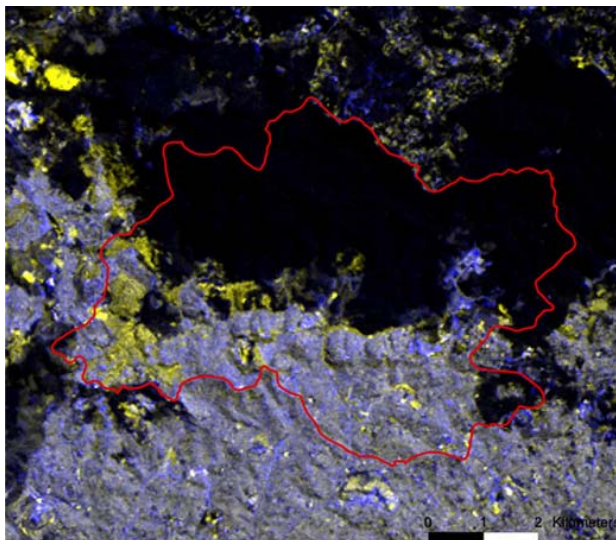


Fig.3. Em amarelo, desmatamento ocorrido entre 1986 e 2001

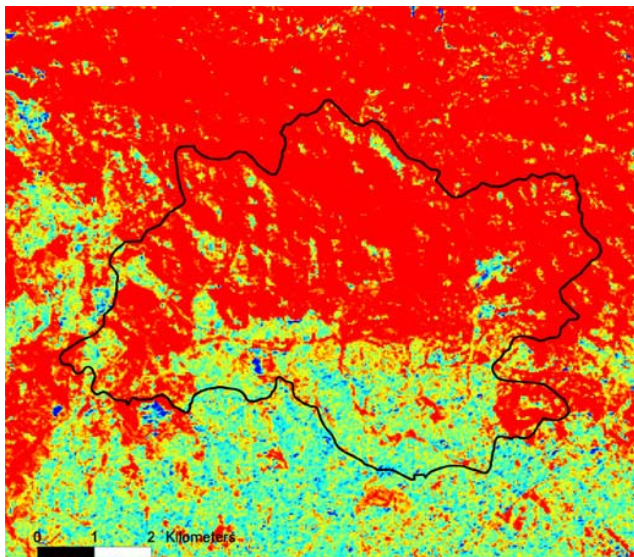


Fig.4. Índice Normalizado de Diferença de Vegetação em 1986

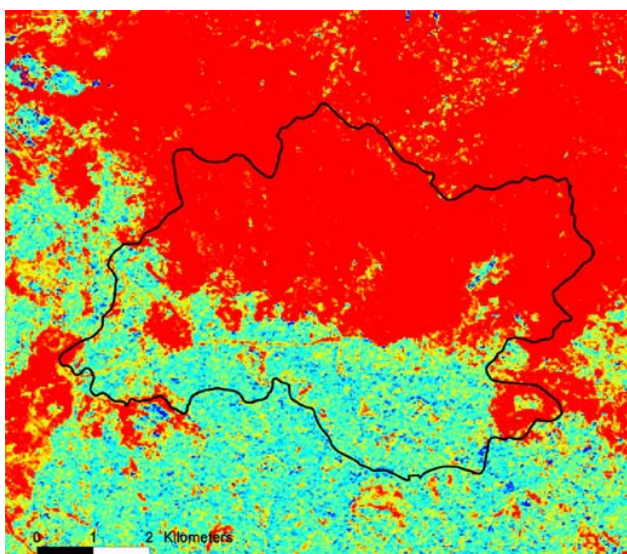


Fig.5. Índice Normalizado de Diferença de Vegetação em 2001

Comparando as três imagens apresentadas acima, nota-se uma sensível redução das áreas vegetadas na parte oeste da bacia e nas áreas anteriormente urbanizadas. Por outro lado, dentro dos limites do Parque Estadual da Cantareira nota-se um aumento da vegetação, em áreas que provavelmente estavam desmatadas em 1986. Ou seja, ao mesmo tempo em que a mancha urbana tornou-se mais densa e próxima ao Parque, exercendo maior pressão sobre seus limites, verifica-se uma melhora na conservação dos recursos naturais internos à área protegida.

A análise dos mapas demográficos confirma esta tendência de ocupação, sendo nítido o adensamento populacional ao sul do parque, especialmente em sua porção sudoeste.

Os mapas temáticos apresentados a seguir indicam que exatamente nesta porção da bacia há uma concentração de loteamentos ilegais, assentados em terrenos de alta declividade. As favelas, por sua vez, localizam-se prioritariamente ao longo dos cursos d'água existentes na bacia, espalhando-se por todo seu território.

Apesar dos terrenos de maior declividade estarem protegidos pelo Parque, o seu entorno apresenta áreas de grande declividade, impróprias à ocupação urbana precária.

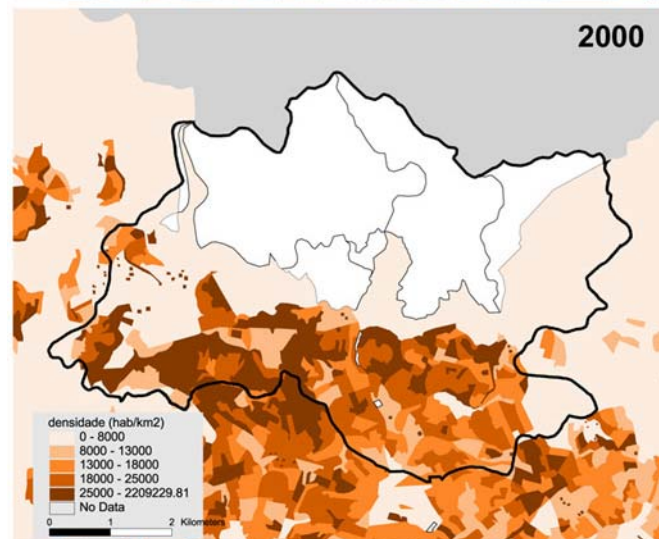
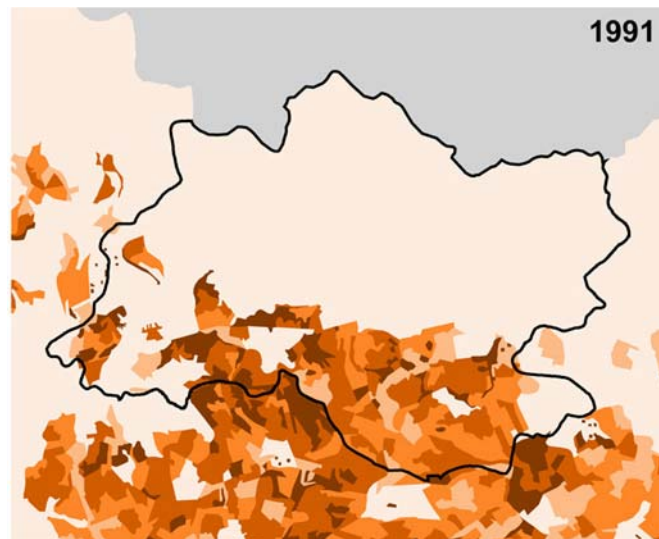


Fig.6. Densidade de habitantes por quilômetro quadrado em 1991 e 2000



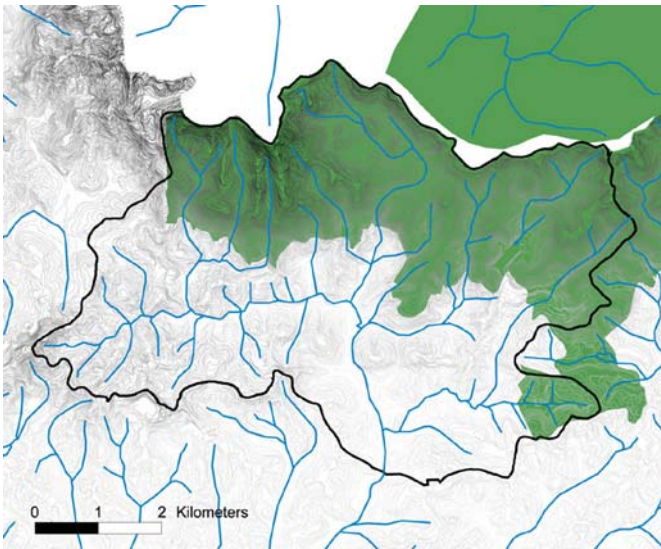


Fig.7. Topografia, hidrografia e áreas protegidas

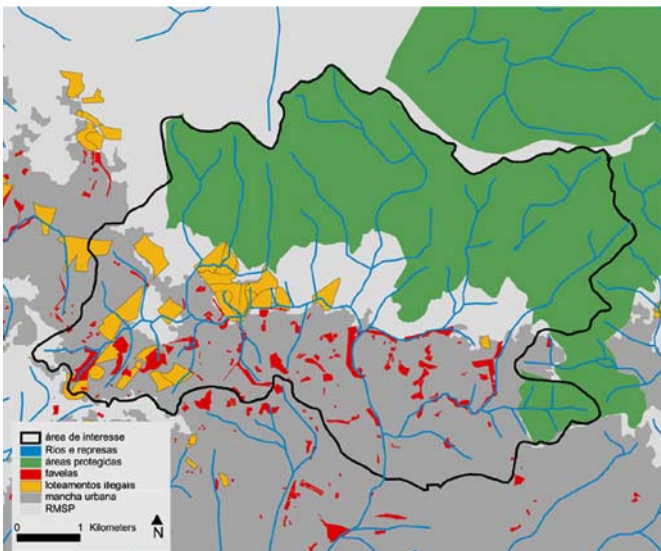


Fig.8. Favelas e loteamentos ilegais

### B. *Bacia do Aricanduva*

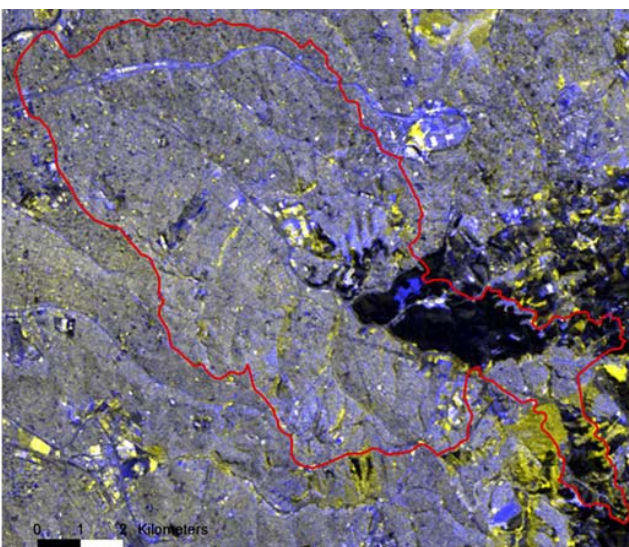


Fig.9. Em amarelo, desmatamento entre 1986 e 2001

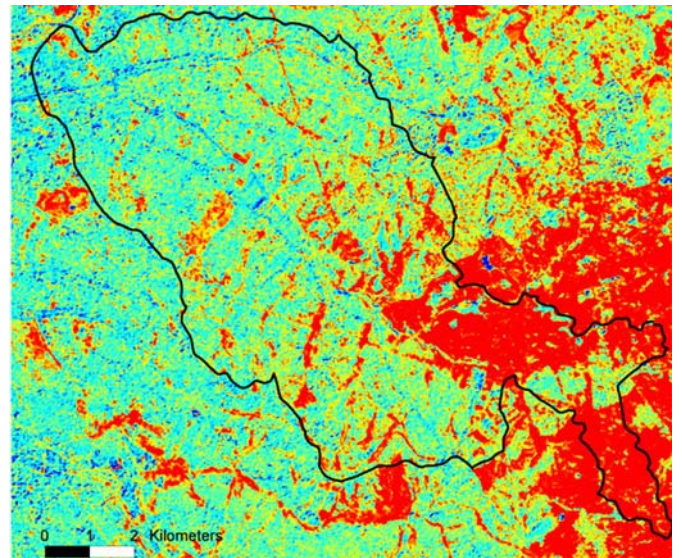


Fig.10. Índice Normalizado de Diferença de Vegetação em 1986

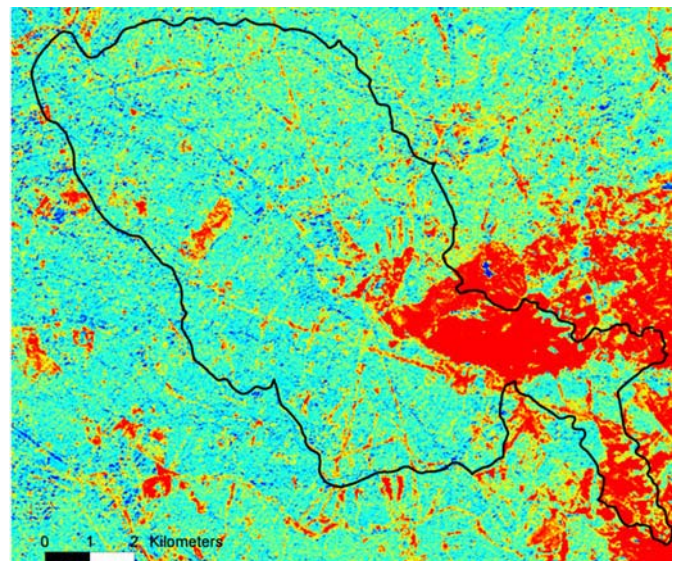


Fig.11. Índice Normalizado de Diferença de Vegetação em 2001

A partir da leitura das três imagens acima, percebe-se uma significativa supressão de vegetação intra-urbana no médio vale do Aricanduva e uma expansão da mancha na porção sudeste da bacia. O processo de supressão é também visível nos limites leste da APA do Carmo, levando à fragmentação da mata em seu entorno e isolando a unidade de conservação.

Observando os mapas abaixo, percebe-se que nas áreas que tiveram maior perda de vegetação há um adensamento populacional e uma concentração de favelas e de loteamentos ilegais. Por outro lado, as áreas no baixo vale do Aricanduva, mais estruturadas, perderam população.

Percebe-se, também, uma relação entre a perda de vegetação nos afluentes do rio Aricanduva e a concentração dos pontos de inundação a jusante. A construção de avenidas de fundo de vale nestes afluentes, em curso, possivelmente agravará a ocorrência de enchentes, as quais são potencializadas não apenas pela construção das avenidas, mas pela ocupação urbana pela mesma propiciada.



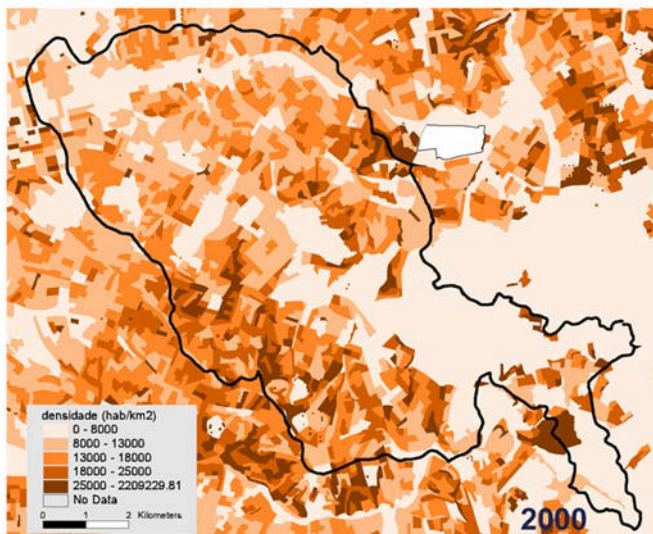
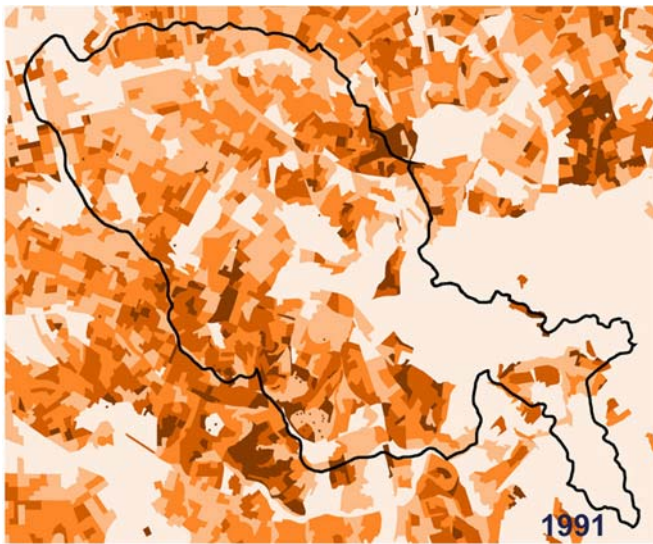


Fig.12. Densidade de habitantes por quilômetro quadrado em 1991 e 2000.

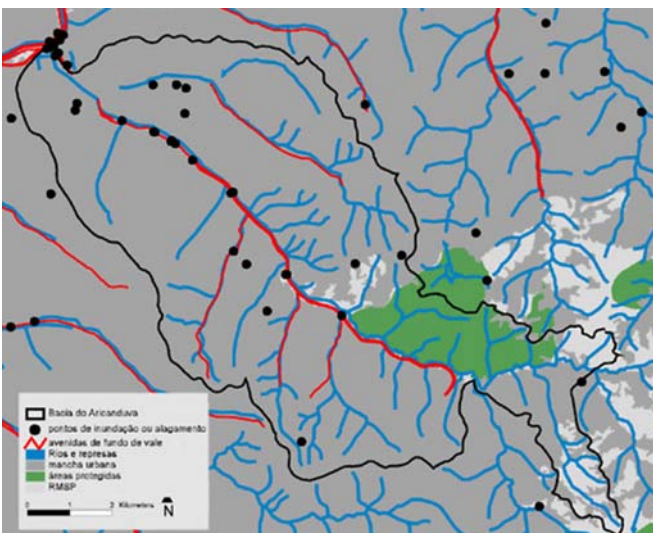


Fig.13. Hidrografia e áreas protegidas.

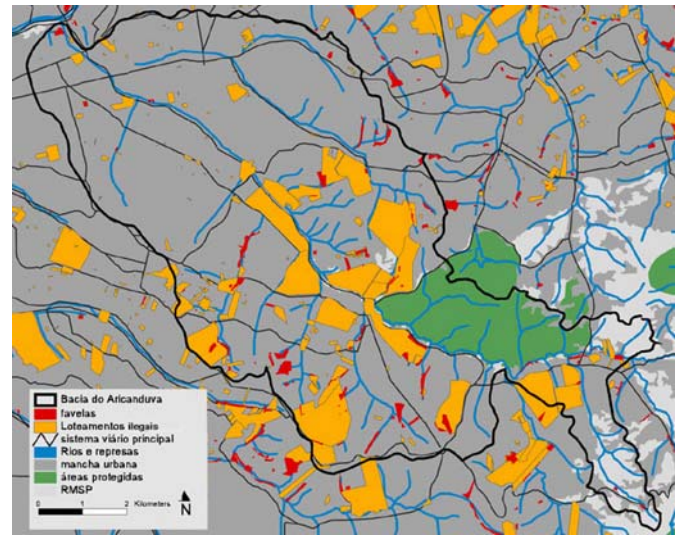


Fig.14. Favelas e loteamentos ilegais.

## VI. CONCLUSÃO

Analisando o conjunto de mapas, confirmam-se as hipóteses estabelecidas no início do trabalho, ou seja, a perda de vegetação nas bacias hidrográficas estudadas relaciona-se de forma inequívoca com os fatores levantados: a negligência às normas legais, a dificuldade de acesso à habitação pela população de baixa renda e as opções de projetos de infraestrutura assumidas pelo poder público.

Como continuidade a este trabalho, o estudo da dinâmica de expansão da mancha e de adensamento populacional das periferias poderia ser incremento com a utilização de outras variáveis disponíveis para os setores censitários do IBGE. Dentre estas variáveis destacamos dados relativos às condições de infra-estrutura domiciliar e urbana – como abastecimento de água, sistema de esgotamento sanitário e coleta de lixo, e dados sócio- econômicos – como renda, escolaridade e faixa etária da população.

## VII. REFERÊNCIAS

- [1] CEM (Centro de Estudos da Metrôpole), CEBRAP, SEADE. Setores censitários da Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo: CEM, 2003.
- [2] SÃO PAULO (Município), SAS (Secr.Assis.Social), CEM/CEBRAP (Centro de Estudos da Metrôpole). Base cartográfica digital das favelas do município de São Paulo. São Paulo: CEM/SAS, 2003.
- [3] IBGE (Inst.Bras.de Geografia e Estatística). Censos demográficos 1991, 2000.
- [4] IGASA. Distritos do município de São Paulo. São Paulo: IGASA, 1994.
- [5] INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Imagens de satélite Landsat 5 (1986) e Landsat 7 (2001). São Paulo: INPE, 1986 e 2001.
- [6] SÃO PAULO (Estado), EMPLASA (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A.) e LOGIT. Base de logradouros. São Paulo: EMPLASA e LOGIT, 1994.
- [7] SÃO PAULO (Estado), SMA (Secretaria de Estado do Meio Ambiente), IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas). Base de Dados Geoambientais do Estado de São Paulo. São Paulo: SMA, IPT, 2000.
- [8] SÃO PAULO (Cidade), SVMA (Secretaria do Verde e do Meio Ambiente). Efeitos ambientais da ocupação irregular na região da Serra da Cantareira no município de São Paulo. São Paulo: SVMA, 2001.
- [9] SÃO PAULO (Cidade), Secretaria de Governo. São Paulo Protege. Operação contra as enchentes. São Paulo: PRODAM, 2002.