

## **IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO NO SISTEMA HIDROLÓGICO - INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE GUARUJÁ – SP**

Ana Luisa Pereira Marçal Ribeiro<sup>1</sup>  
Regina Célia de Oliveira<sup>2</sup>

### **Resumo**

Os impactos ambientais nos centros urbanos emergem como um significativo problema atual no globo. Em geral, no território brasileiro a partir da priorização da prática do uso da terra urbano-industrial em detrimento do rural, ocorreu um crescimento desordenado dos núcleos urbanos, uma vez que a população migrante das regiões agrárias inchava tais centros mais rapidamente do que estes conseguiam se estruturar. Neste contexto, a questão das inundações urbanas surge como um dos principais dilemas vivenciados pelas populações, ocorrendo constantemente em muitos centros urbanos brasileiros. No município de Guarujá, esse problema ocorre de forma intensa, devido principalmente ao turismo balneário de segunda residência, acarretando um uso indiscriminado da terra, com ocupações irregulares nas regiões de nascente e áreas alagadiças, e com o alto grau de verticalização em áreas de grande fragilidade ambiental. Através de uma abordagem sistêmica, seguindo os preceitos de Christofolletti e Tricart, a presente pesquisa teve como objetivo estudar as áreas de suscetibilidade e ocorrência de inundações no município. Para isso, buscou-se analisar a distribuição do uso da terra, principalmente seu grau de urbanização, através da relação entre impermeabilização e áreas onde ocorrem inundações, além do mapeamento das áreas de fragilidade a inundação no município.

**Palavras-chaves:** uso da terra, inundações, Guarujá.

---

<sup>1</sup> Mestranda em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas – Brasil. E-mail: ana\_lu\_pmr@hotmail.com

<sup>2</sup> Orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dra. do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Campinas – Brasil. E-mail: reginacoliveira@ige.unicamp.br

## **Introdução**

A questão dos impactos ambientais nos centros urbanos emerge como um dos principais problemas atuais no globo. No território nacional como um todo, a partir da priorização da prática de uso da terra urbano industrial em detrimento do rural, ocorreu um crescimento desordenado dos núcleos urbanos, uma vez que a população migrante das regiões agrárias inchava tais centros mais rapidamente do que estes conseguiam se estruturar.

A partir de então, a urbanização surgiu na dinâmica mundial como um significativo causador de impactos ambientais, uma vez que seu processo ocorreu, e ainda ocorre, em diversas áreas, de forma acelerada e desordenada, tornando-se um agravante ainda maior para os impactos antrópicos nas dinâmicas naturais, conforme lembra Melo (1996):

A cidade é o clímax das mudanças, visto que, quando uma cidade se constrói, em função da escala e da velocidade do processo de ocupação do solo, a interferência abrupta que provoca no processo natural, reduz as condições de renovabilidade e impede que a natureza consiga absorver tais modificações. (MELO, 1996 apud PITTON, 2003, p.38)

Na medida em que o processo de urbanização vai se acentuando, e por sua vez passa a ocorrer um aumento da ocupação urbana, problemas como de drenagem, poluição, desmatamento, movimentos de massa e inundações são agravados.

De acordo com Odemerho (1992 apud VIEIRA e CUNHA, 2000), esse crescimento ocasiona um aumento no escoamento superficial devido a impermeabilização do solo, alterando por completo o mecanismo de escoamento e infiltração. Os solos expostos das encostas devido ao desmatamento favorecem o carreamento de sedimentos que serão transportados para os fundos de vale, alterando a dinâmica de condução do fluxo, resultando em impactos de diversas ordens. Tais fatores aumentam a magnitude da descarga e da carga de sedimentos, conduzindo ao ajuste na geometria do canal. Um importante indicador de locais críticos de inundações urbanas são as áreas de acentuada impermeabilização.

Segundo Braga (2003), tais características brasileiras fazem do processo de urbanização um problema ambiental em si e não apenas um causador de problemas

-----

ambientais. Esse processo acaba por modificar o clima, o relevo, a hidrografia, a vegetação, o ar e a fauna.

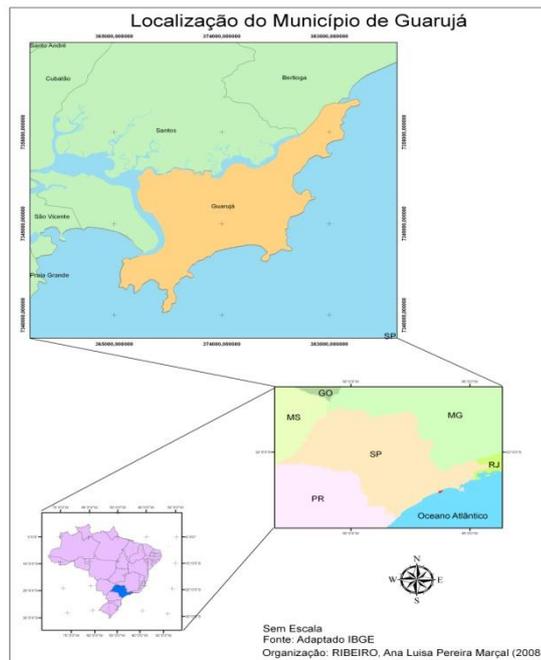
Assim, por mais que haja planejamento urbano, o crescimento acelerado e desordenado ocasiona um processo de desequilíbrio ambiental, tendo como conseqüências, por exemplo, o desequilíbrio no sistema hidrológico, uma vez que tal subsistema sintetiza a interação entre diversos sistemas naturais.

Dentro deste contexto a problemática das enchentes e inundações nos centros urbanos tornou-se um dos principais dilemas vivenciados pelas populações no cenário das conseqüências dos impactos do uso do solo indevido. Sobretudo em zonas costeiras onde as dinâmicas naturais de escoamento e deposição são acrescidas de importante influência marinha, consolidando a organização de ambientes específicos com níveis de fragilidade distintos, nos quais a intensa pressão de uso urbano acelera a ocorrência do processo, definindo graus diversos de impactos, tais como aqueles relacionados às inundações.

O município de Guarujá, localizado no Litoral da Baixada Santista, no Estado de São Paulo, apresenta situações como ocupações irregulares nas regiões de nascente, avanço urbano sobre áreas de mangues e ocupações com alto grau de verticalização em áreas de grande fragilidade ambiental, situações essas que devem ser analisadas e discutidas de acordo com o contexto histórico, social e ambiental, visando um uso da terra e gestão urbana voltados para atender a uma melhor qualidade de vida da população e qualidade ambiental.

Além disso, o quadro de enchentes e inundações no município tem significativo destaque quando comparadas suas áreas de risco com as áreas de risco de erosões e de deslizamento. Segundo o PRIMAC - Programa Regional de Identificação e Monitoramento de Áreas Críticas de Inundação, Erosões e Deslizamentos (AGEM, 2002), durante o ano de 2002 foram indicadas 31 áreas de inundações, enquanto as áreas de deslizamentos e erosões correspondem respectivamente ao montante de 15 e 12 ocorrências.

Sobre o município de Guarujá, este situa-se no litoral sul do Estado de São Paulo, localizado na Ilha de Santo Amaro, cercada a oeste pelo estuário de Santos, ao norte pelo canal de Bertioiga e ao sul e leste, pelo Oceano Atlântico (figura 1).



**Figura 1: Localização do município de Guarujá – SP**

Essas questões relacionadas ao intenso processo de urbanização e aos impactos na dinâmica hidrológica justificam a definição do município de Guarujá como área de estudo nessa pesquisa. Sendo assim, a situação na qual o município se encontra torna um estudo sobre suas áreas frágeis e suscetíveis à inundação importante, uma vez que isso se constitui em um problema social e ambiental.

### **Análise e métodos**

O presente trabalho teve como objetivo estudar as áreas de suscetibilidade e ocorrência de inundações no município. Para isso, a pesquisa visou analisar a distribuição do uso da terra, principalmente seu grau de urbanização, através da relação entre impermeabilização e áreas onde ocorrem inundações, além do mapeamento das áreas de fragilidade a inundação no município, fundamentando sua discussão metodológica na abordagem sistêmica da paisagem.

Christofoletti (1974) considera um sistema como sendo composto pelos seus elementos e pelas suas relações, sob uma perspectiva de relações complexas que dão funcionalidade a dinâmica de sustentação do equilíbrio de matéria e energia que movimenta. Segundo o autor, os principais aspectos a serem abordados dentro da composição do sistema são: a matéria, sendo esta o material que será mobilizado através do sistema; a energia, como a força que faz o sistema funcionar; e a estrutura, sendo esta

-----

composta pelos elementos e suas relações, através de um arranjo de seus componentes.

De acordo com Cowan (1963, apud HOWARD, 1973), um sistema seria o modelo mais geral para a compreensão dos fenômenos naturais, no qual este é composto de elementos (objetos), suas inter-relações e estado dado pelo momento de análise, sendo sujeito a modificações através do tempo.

O conceito de geossistema discutido por reconhecidos autores como Sotchava (1977, apud RODRIGUES, 2001), considera o geossistema como uma forma de método analítica das formas naturais (físicas, ambientais e bióticas) em que a ação da esfera antrópica se faz como parte integrante e digna de análise, estudando-se os fatores naturais a luz dos fatores econômicos e sociais que influenciam os mesmos. Assim Rodrigues (2001) justifica Sotchava (1977): “Essas influências antropogênicas podem representar o estado diverso do geossistema em relação ao seu estado original. Este estado derivado muitas vezes pode ser mantido por meio de outras intervenções técnicas, também passíveis de reconhecimento[...]” (RODRIGUES, 2001)

Dentre as classificações dos sistemas em Geomorfologia encontram-se os sistemas de processos-respostas, nos quais o foco maior está para identificar as relações entre o processo e as formas dele resultantes; e os sistemas controlados, que apresentam a ação antrópica sobre esses sistemas de processos-respostas. (CHRISTOFOLETTI, 1974).

No projeto em questão são propostos, dentro dos sistemas naturais que englobam uma bacia de drenagem, os fatores externos que controlam fluxos de energia e massa dentro destes sistemas, chamados de variáveis externas. Neste caso, a variável externa ao sistema natural seria a ação antrópica que chega a atuar na reconfiguração das drenagens, a partir do uso do solo, causando modificações nos ciclos hidrológicos e potencializando processos de enchentes e inundações em áreas urbanas.

Assim, conforme preceitos de Howard (1973), temos os sistemas em geomorfologia como inicialmente passivos em relação às atividades antrópicas, uma vez que são estes quem exercem mudança sobre os primeiros, que por sua vez reagem a esta, intentando uma nova estabilização de seu sistema natural. Hall e Fagen (1956 apud HOWARD, 1973), corroboram tal afirmação quando alegam que a modificação de uma das variáveis externas usualmente provoca reajustes de todos os parâmetros do sistema.

A abordagem da paisagem se mostra importante para a pesquisa em questão, uma vez que, conforme aponta Dolfuss (1973), tal categoria representa o aspecto visível

-----

do espaço e define-se pelas formas da Terra, dadas pelo meio natural ou pelas conseqüências das ações humanas no ambiente. As paisagens são integradas pelo domínio natural, ou seja, elementos como clima, hidrografia, e pelo domínio vivo, que se refere à biosfera, incluindo os humanos. Assim, o geógrafo, ao estudar uma paisagem, procura estabelecer uma relação entre os elementos presentes e os domínios, com o intuito de compreender melhor os processos que envolvem a formação da paisagem.

Ainda segundo Dolfuss (1973), outro fator importante que deve ser levado em consideração na formação e evolução da paisagem é o fator tempo, uma vez que os elementos que compõem a paisagem foram moldando-a com o passar do tempo e se estabeleceram em épocas diferentes, influenciando-a de variadas maneiras.

Há de se considerar a necessidade da análise integrada da paisagem como critério que venha subsidiar o entendimento da complexa dinâmica de funcionamento dos sistemas ambientais.

Para a efetivação das atividades da pesquisa, adotou-se a proposta de Libault (1971), no qual são apontados quatro níveis de estruturação do processo de estudo da paisagem geográfica, sendo esses níveis divididos em: compilatório, correlatório, semântico e normativo.

Sobre a confecção das cartas utilizadas na pesquisa, a carta de uso da terra foi elaborada tendo como material base a leitura e interpretação do levantamento de fotografias aéreas da área total do município de Guarujá, em escala 1:10.000, fornecidas pelo Instituto Florestal do Estado de São Paulo, 2002. A carta de níveis de impermeabilização do solo, elaborada em ambiente digital, representa uma análise visual, tendo como base a carta de uso da terra, as zonas que apresentam níveis distintos de impermeabilização, dada a intensificação do uso urbano. A carta de fragilidade a inundação, resultado final da pesquisa, foi uma correlação de todas as informações obtidas e resultados parciais das outras cartas.

## **Discussões e resultados**

Sobre a dinâmica de ocupação do município do Guarujá, a partir da década de 1950, o intenso processo de loteamento das terras para construção de casas de segunda residência, associado a expansão da rede rodoviária estadual desencadearam um

-----  
aumento da urbanização na região, principalmente na planície litorânea junto ao mar, de forma como mostra a seguinte citação:

Assim como em toda a zona costeira, na Baixada Santista a ocupação urbana está diretamente vinculado ao processo de valorização da terra e de sua distribuição pelos diferentes segmentos da sociedade. No entanto, a configuração física regional estabelece condições específicas, favorecendo ou limitando as possibilidades de expansão urbana. (AFONSO, 2006, p. 22)

Rolnik (1999) aponta que a ocupação do município ocorreu de forma desordenada e acelerada. Os mangues foram progressivamente ocupados, sem planejamento, regulamentação ou estudos de urbanização, fato que resultou em cenários conflitantes, representados por episódios diversos, relacionados por exemplo, as inundações.

Para Brandão (2000), à medida em que o processo de urbanização vai se acentuando, e por sua vez passa a ocorrer um aumento da ocupação urbana, problemas como de drenagem, poluição, desmatamento, movimentos de massa e inundações são agravados.

Segundo Braga (2003), tais características brasileiras fazem do processo de urbanização um problema ambiental em si e não apenas um causador de problemas ambientais. Esse processo acaba por modificar o clima, o relevo, a hidrografia, a vegetação, o ar e a fauna.

Assim, por mais que aja planejamento urbano, o crescimento acelerado e desordenado ocasiona um processo de desequilíbrio ambiental, tendo como conseqüências, por exemplo, o desequilíbrio no sistema hidrológico, uma vez que tal subsistema sintetiza a interação entre diversos sistemas naturais.

Sendo assim, para melhor compreensão do cenário apresentado, foram elaboradas três cartas a fim de se identificar a dinâmica da ocupação da terra e as áreas mais frágeis a inundações: uso da terra, níveis de impermeabilização e fragilidade a inundações.

Primeiramente, a carta de uso da terra buscou classificar a distribuição desse uso em algumas categorias: mata nativa, área desmatada, reflorestamento, parques e praças, área urbanizada, área portuária e mangues. Podemos observar então, que grande parte

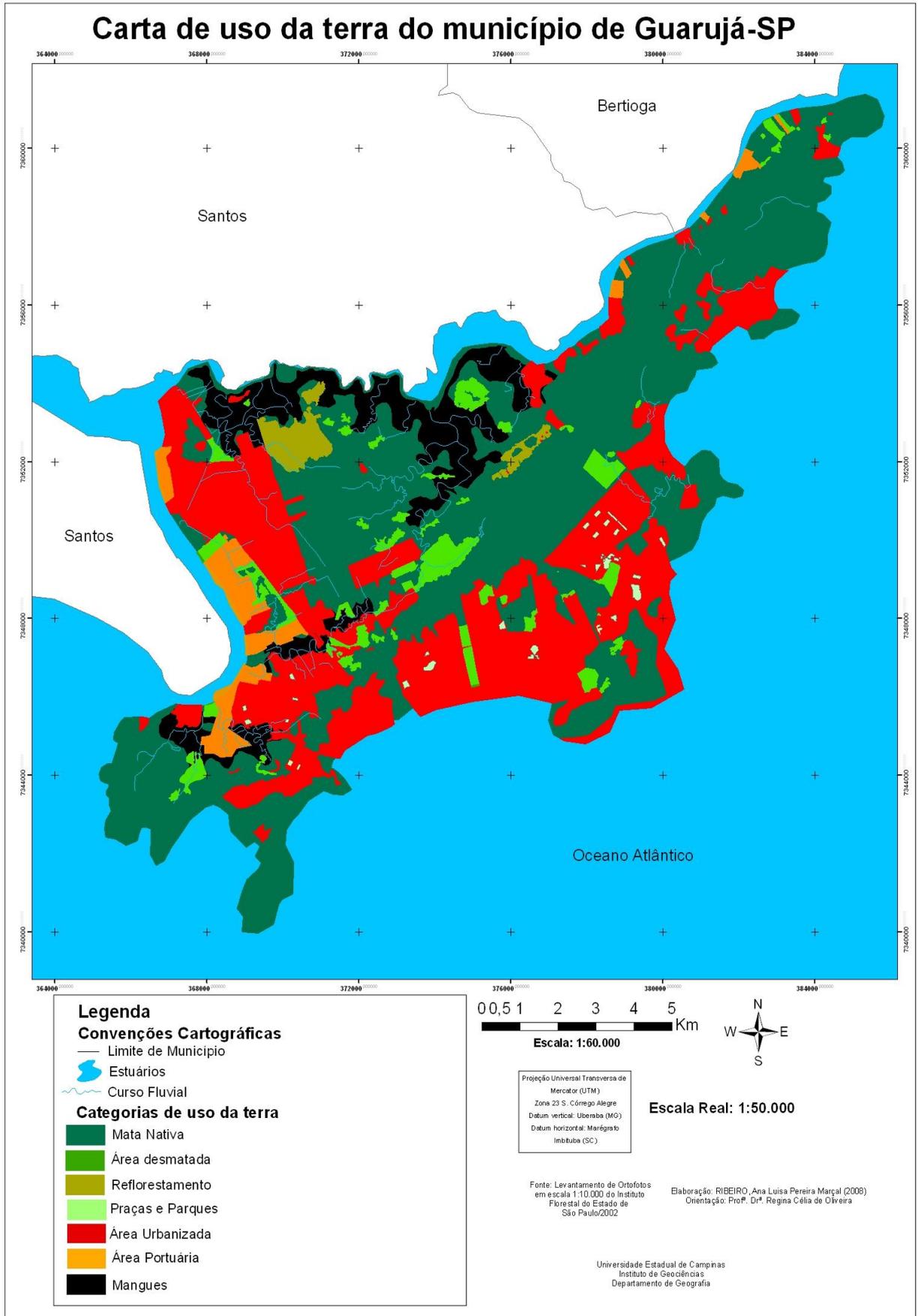
-----

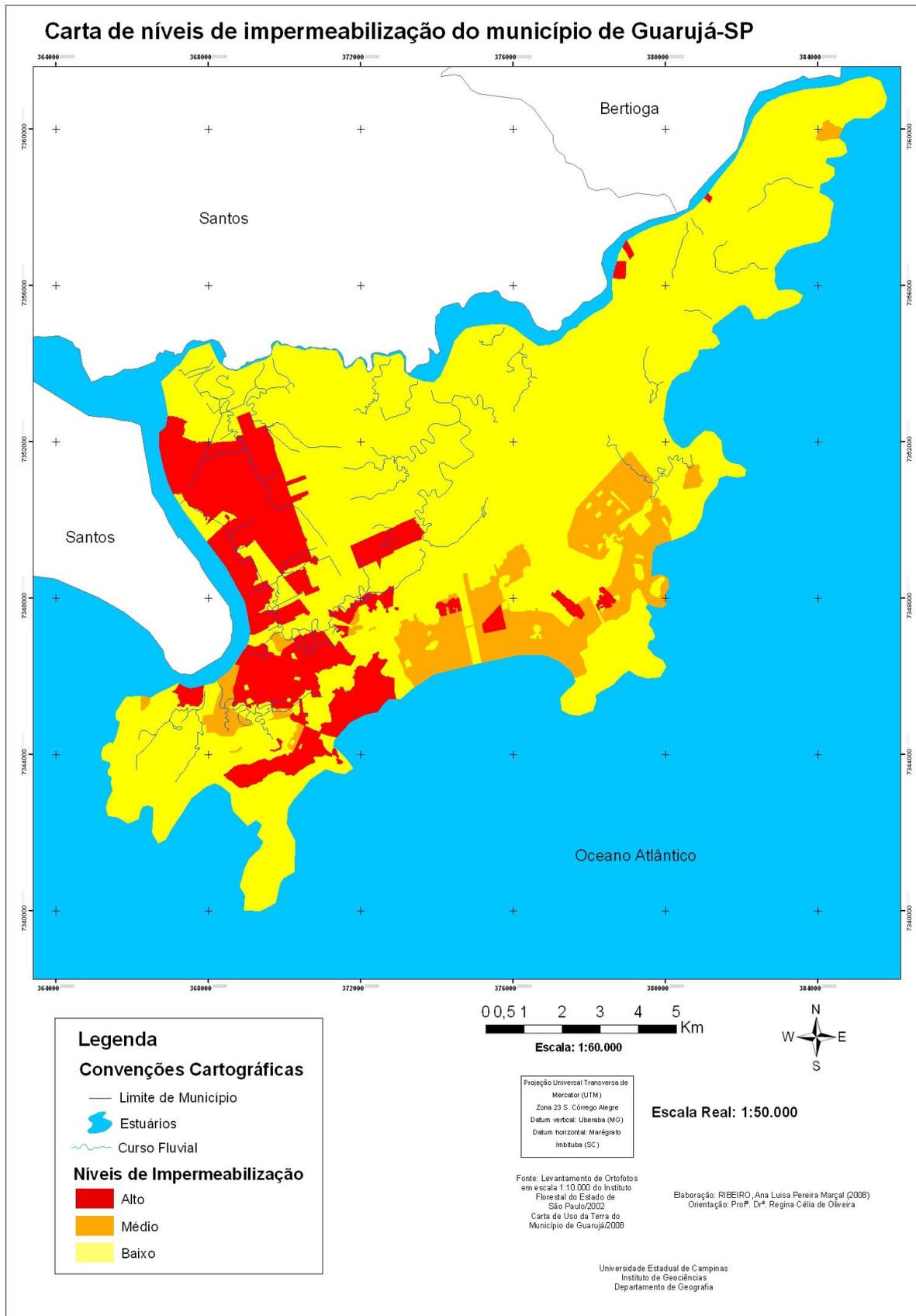
do município continua preservada, com mata nativa, no entanto, a mancha urbana mostra que a urbanização está avançando para estes locais.

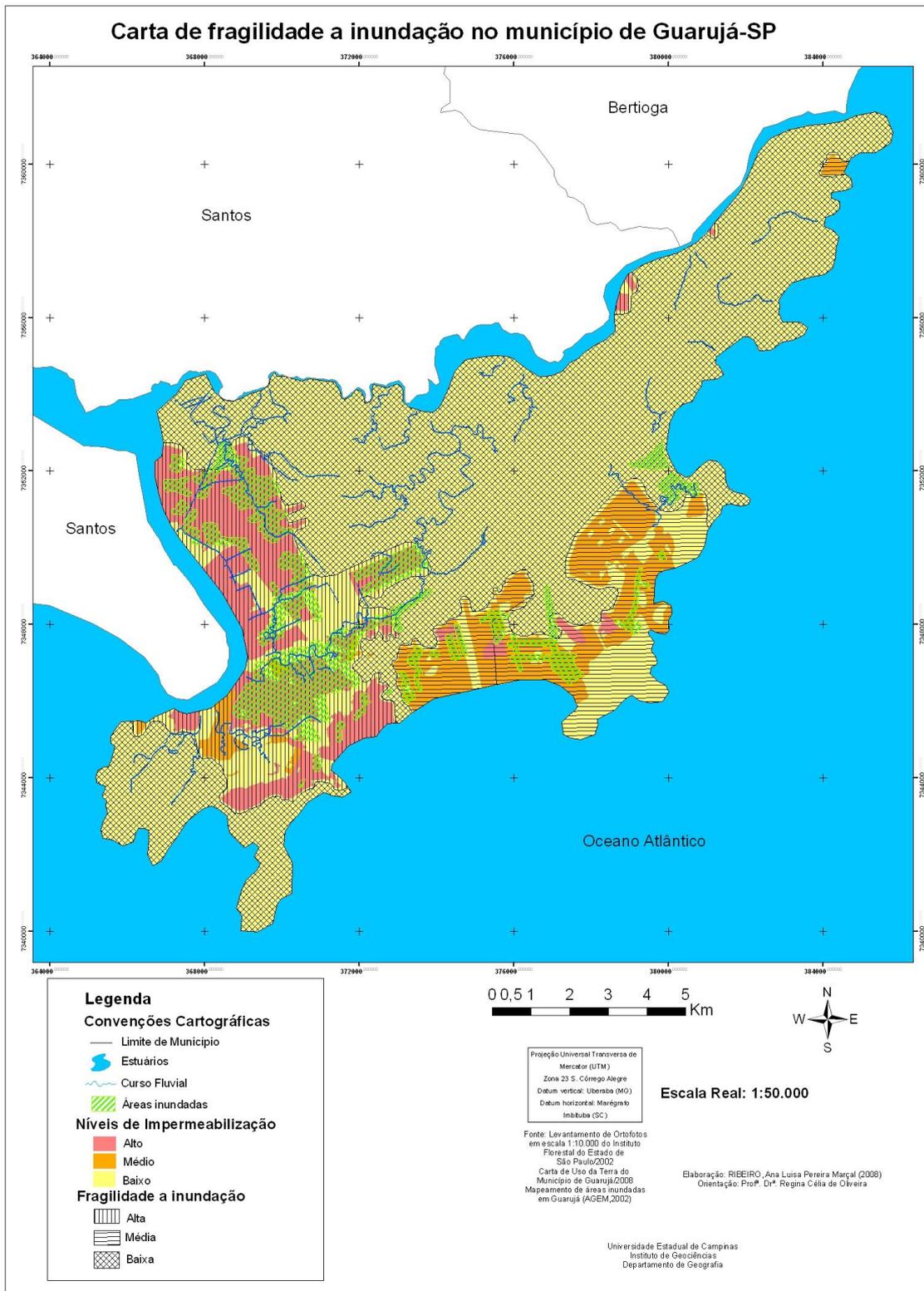
A partir das informações da carta de uso da terra, foi possível classificar o município em três áreas quanto ao nível de impermeabilização, a carta de níveis de impermeabilização, de acordo com o uso da terra: nível alto, representando pelas áreas de maior urbanização, nível médio, representado pelas áreas de média urbanização e com presença de vegetação e nível baixo, representado pelas áreas com predomínio de vegetação.

O resultado final da pesquisa, a carta de fragilidade a inundação, buscou sintetizar todo o material cartográfico, visando uma análise da situação de inundações no município.

Foram determinados três principais polígonos, baseados na impermeabilização da área, que foram classificados em três unidades, que abrangem também áreas de risco a inundação determinadas pelo PRIMAC (2002).







Por fim, o mapeamento buscou facilitar a visão e a compreensão da dinâmica de ocupação do município e sua relação com problemas causados pelo impacto da

-----

urbanização no meio ambiente, como as enchentes e inundações, tema este atualmente de grande importância e relevância para estudos e pesquisas.

### **Referências bibliográficas**

AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA. **PRIMAC – Programa Regional de Identificação e Monitoramento de Áreas Críticas de Inundação, Erosões e Deslizamentos**, novembro de 2002. Disponível em: <[http://www.agem.sp.gov.br/projetos\\_pri\\_mac.htm](http://www.agem.sp.gov.br/projetos_pri_mac.htm)>. Acesso em: 6 nov. 2008

AFONSO, C. M. **A paisagem da Baixada Santista: urbanização, transformação e conservação**. São Paulo: Edusp, 2006.

BRAGA, R. Planejamento urbano e recursos hídricos. In: BRAGA, R; CARVALHO, P. F. de (Org). **Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. Rio Claro: UNESP/IGCE, 2003.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

DOLFUSS, Olivier. **A análise geográfica**. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1973.

HOWARD, A. D. Equilíbrio e dinâmica dos sistemas geomorfológicos. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v.13, n.26, p.3-20, 1973.

LIBAULT, A. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. **Métodos em Questão**. São Paulo, n.1, p. 14, 1971.

PITTON, S. E. C. A água e a cidade. In: BRAGA, R; CARVALHO, P. F. de (Org). **Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. Rio Claro: UNESP/IGCE, 2003.

RODRIGUES, C. A teoria geosistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos ambientais. **Revista do Departamento de Geografia USP**. São Paulo, n.14, p.69-77, 2001.

ROLNIK, R. (coord). Regulação urbanística e exclusão territorial. **Revista Polis**. São Paulo, n.32, p 23-41, 1999.

VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B. Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis. Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (Orgs) **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.