

Monitoramento da Ocupação do Espaço Urbano em Áreas de Preservação Permanente: Um Estudo de Caso

Prof. LUIZ HENRIQUE ANTUNES LOPES
Prof. RONALDO GOMES SILVEIRA
Prof. Dr. CARLOS LOCH

Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Civil / CTC / UFSC
Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Cadastro Técnico Multifinalitário
88040-970 Florianópolis SC
fone (0482)319598
fax (0482)319770

Abstract. The paper presents a brief review of the literature on the problems of urban occupancy, monitoring, remote sensing and areas of permanent preservation.

Itacorubi river basin was chosen due to its conflicting characteristics, such as urban expansion *versus* environment preservation. The area is proximal to the Federal University of Santa Catarina and it has gained in the latest years a great concentration of public buildings. The neighborhood included in the study has attained a very rapid demographic increment with a lack of political desire from authorities to solve the problems of fiscalization.

The starting point of the work was the systematization of available information on urban growth by aerophotogrammetric recover of 1956 and 1978 at the scale 1:25,000 and 1980 at the scale 1:15,000. Its continuity was possible with the visual interpretation of images from the French satellite SPOT(1988), panchromatic and multispectral, and the American satellite LANDSAT-TM(1990), both at the scale of 1:50,000.

Problems and difficulties found to the analysis and management of data are reported as well the methods adopted to the solution.

The results obtained from several sensors were then integrated and as final results a dynamic thematic map was made up as expression of the urban growth during the chosen period at the scale of 1:25,000. This allowed the authors to come to the conclusion concerning the urban structure and the roadway network system and how both behave in relation to areas of permanent preservation (mangrove and places with altitude above 100).

Because it is the study of a situation that probably repeatedly happens throughout the Brazilian coast a few recommendations are proposed to concerned authorities.

Introdução

Para o monitoramento da ocupação do espaço urbano em áreas de preservação permanente elegeram-se como área de estudo a bacia do rio Itacorubi, na cidade de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina, em função de suas características conflitantes: expansão urbana *versus* preservação ambiental.

A execução do trabalho teve como ponto de partida a coleta sistematizada de informações sobre a evolução da

ocupação desse espaço, sobre imagens fotográficas da região datando de 1956, 1978 e 1980, e também sobre imagens orbitais de 1988 e 1990. Dúvidas na interpretação visual dessas últimas imagens foram sanadas por constatações *in loco*, visando promover localizações inequívocas para que a pesquisa pudesse ter um conhecimento amostral da área, atendendo aos princípios de qualidade cartográfica.

As áreas de preservação permanente da bacia do rio Itacorubi são constituídas de mangues e de locais acima da cota 100.

Revisão de Literatura

[Santos(1982)] diz que a melhor forma de se compreender o fenômeno urbano e a sua evolução é através da análise de uma série de plantas cadastrais das cidades, abrangendo períodos dominantes da história econômica das mesmas.

Segundo [Wirth(1979)], a densidade, os valores da terra, os aluguéis, a acessibilidade, a salubridade, o prestígio, considerações estéticas, a ausência de inconvenientes tais como barulho, fumaça e sujeira, determinam a atratividade de várias áreas da cidade como locais para o estabelecimento de diferentes camadas da população. O local e a natureza do trabalho e a renda estão entre os fatores mais significativos de acordo com os quais a população urbana é selecionada e distribuída em locais mais ou menos distintos.

O atual problema da ocupação do espaço urbano surge da necessidade que o homem tem de morar próximo ao seu trabalho [Abrams(1967)].

Segundo [Loch(1988)], o monitoramento espacial utilizando diferentes sensores permite identificar as características e a origem dos agentes modificadores do espaço, reconhecer e mapear, além de permitir estimar a extensão e a intensidade das alterações provocadas pelo homem.

[Shelton(1969)], comenta as muitas vantagens de se utilizar os métodos de fotointerpretação no mapeamento de uso da terra: são mais rápidos, fáceis e trazem resultados mais consistentes do que em um levantamento tradicional; são mais completos, pois as imagens mostram toda a área de interesse e tornam acessíveis as áreas em que o acesso terrestre é impraticável; os produtos dos levantamentos integrados podem ser utilizados em várias áreas como por exemplo: rede viária, geologia, solos, transporte, uso da terra, população, etc.

[Bähr(1982)] afirma que desde 1960 existe na Alemanha e outros países uma tendência para o estabelecimento de sistemas de informações da terra. Esses sistemas contêm dados referentes à terra, coletados sistematicamente através de monitoramento, permitindo assim o processamento e a apresentação gráfica dos resultados. A evolução dos sistemas de sensores é o maior responsável pelo mapeamento temático de um país.

[Loch-Kirchner(1988)], comentam que as vantagens das imagens de satélite quanto à otimização

de trabalhos de interpretação, são incomparáveis com outros sensores, quando se fala em acompanhamento do fenômeno com o decorrer do tempo, isto considerando os resultados em termos de visão panorâmica e o custo.

Segundo [Loch(1989)], as imagens de satélite são a melhor ferramenta para o acompanhamento e controle da situação em que se encontra o uso do solo em termos gerais de um município, estado ou, mesmo de todo o país. A repetitividade dos imageamentos com imagens de satélites permite que se faça contínuos e periódicos acompanhamentos das características de uso do solo, por um custo bastante reduzido.

Segundo [Mahavir-Galena(1991)], as fotos aéreas, apesar de se comportarem como uma esplêndida fonte de informações, têm, entretanto, as desvantagens do grande número requerido de fotos (dependendo da escala que se pretenda utilizar), sua temporariedade e custo relativo alto. Comparando-se os resultados da interpretação da imagem SPOT (escala 1:25.000) e as fotografias aéreas de um mesmo local, constatou-se que a imagem SPOT resulta numa alternativa muito eficaz diante das fotos aéreas, para o monitoramento rápido e periódico do crescimento das manchas urbanas.

[Rocha et al(1983)], destaca a fragilidade do ecossistema manguezal, e que tendo em vista as condições especiais de reprodução dos mangues, qualquer alteração dos seus parâmetros físico-químicos pode destruí-los completamente.

[Branco-Rocha(1980)], ressaltam que o lançamento direto ou indireto de cargas poluidoras em manguezais pode, dentre outras, provocar o decréscimo da capacidade fotossintetizante dos organismos produtores, através da redução da penetração de luz solar e a degradação da qualidade do ambiente, tornando-o impróprio ao desenvolvimento de certos organismos e eliminando espécies muitas vezes de significativo valor comercial, destruindo elos da cadeia alimentar.

O decreto-Lei nº 3.438, de 17/07/1941, declara no artigo 30: "ninguém poderá explorar mangais existentes em terrenos de marinha e de acrescidos, que lhe não estejam aforados...". Dá ainda como definição de terrenos de marinha, "terrenos em uma profundidade de 33 metros, medidos a partir da terra, do ponto em que passava a linha do preamar médio de 1831".

O manguezal é preservado pelo Código Florestal (Decreto-Lei nº 4.771, de 1965), em seu artigo 2º alínea f, que considera de preservação permanente "as florestas e demais formas de vegetação situadas... nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues".

Área de Estudo

A bacia do rio Itacorubi, na cidade de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina, está localizada, aproximadamente, nas coordenadas geográficas 27°35'30" de latitude sul e 48°30'30" de longitude oeste.

Metodologia

O trabalho se iniciou com a aquisição do maior número de dados possíveis existentes relativos à região. Obteve-se fotografias aéreas na escala nominal 1:25.000 de 1956 e 1978 e 1:15.000 de 1980, imagens orbitais SPOT pancromática e multiespectral (banda 1, 2, 3) de 03 e 09 de julho de 1988, com resolução espacial de 10 e 20 metros respectivamente, e a imagem orbital LANDSAT-TM (banda 3, 4, 5) de 01 de março de 1990, com resolução espacial de 30 metros.

Em função das imagens mais atuais serem aquelas obtidas através dos sensores orbitais, ficou a análise restrita, em termos de temas, à mancha urbana, rede viária, rede de drenagem e vegetação, incluindo nesta última as áreas de preservação permanente (mangue e locais acima da cota 100).

Toda a base cartográfica para o mapeamento encontra-se em duas folhas nas escalas 1:25.000 do levantamento aerofotogramétrico de 1978, obtidos através das reduções das folhas de 1:10.000. As bases foram confeccionadas em papel cópia contendo as coordenadas geográficas, a rede hidrográfica e o sistema viário.

Fez-se os registros dos temas nas próprias fotografias aéreas. Delineou-se as áreas urbanas, as áreas de preservação, o sistema viário e a rede de drenagem. Os registros efetuados foram transportados para a base cartográfica compilada, observando-se sempre o fator de conservação da escala. Esta etapa gerou um conjunto de 04 overlays do uso do solo na escala 1:25.000 (1956, 1978, 1988 e 1990).

Através das imagens orbitais recentes foi possível obter-se um mapa de uso e ocupação do solo mais preciso do que aquele obtido a partir de fotos aéreas antigas e com o apoio de complementações de campo. Soma-se a isso experiência dos diferentes intérpretes com relação à combinação das bandas espectrais e filtros utilizados para gerar a imagem.

Constatou-se ser desnecessário o desenho da análise sobre as fotos de 1980, visto não se detectar alterações importantes na área no período 1978-1980.

A ampliação da escala das imagens orbitais de 1:50.000 para 1:25.000, através de um pantógrafo,

apresentou-se válido por tratar-se apenas de monitoramento da ocupação do espaço urbano, sem o cuidado de uma quantificação detalhada e sistemática.

O processo de atualização constituiu-se das seguintes etapas: delimitação dos overlays ampliados nas imagens orbitais para a base cartográfica; interpretação visual preliminar; trabalho de campo para promover localizações inequívocas, tirando as dúvidas do pesquisador quanto à interpretação visual das imagens e interpretação final.

Resultados

Nas fotos de 1956, toda a região era de agricultura. O rio Itacorubi se apresentava basicamente em seu leito natural, em meandros, favorecendo o desenvolvimento do mangue à sua volta. Culturas esparsas, capociras e algumas áreas de reflorestamento puderam ser identificadas. O sistema viário constituía-se, basicamente, de uma ligação entre o Itacorubi e a Lagoa da Conceição e a rua Lauro Linhares no bairro Trindade. O mangue do Itacorubi já aparecia, nesta época, devastado pela ocupação humana para fins de pastagens ou agricultura.

Esta área, na foto de 1978, apareceu significativamente alterada pela ocupação humana. A estrutura urbana se apresentou definida com a abertura de novas vias (avenida Beira Mar, avenida Madre Benvenuta e SC-404) e, conseqüentemente, percebeu-se a alteração da rede de drenagem com a retificação do rio Itacorubi e de seu afluente rio Sertão, e com a abertura de vários canais no interior do mangue para otimizar o escoamento de águas pluviais. Aparentemente sem conseqüências, estes canais de drenagem tiveram as terras retiradas na escavação, depositadas dentro do próprio mangue, o que acabou se transformando em diques. Parte do mangue é invadido por um depósito de lixo e há uma pequena invasão no que diz respeito a moradias, já respondendo ao estímulo da implantação na região de parte da administração estadual com os órgãos TELESC, UDESC, CIDASC, Secretária da Agricultura e a terraplenagem para a instalação da CELESC.

Com relação ao desrespeito à restrição de moradias acima da cota 100 estabelecida pelo plano diretor da cidade, constatou-se em 1978 uma fração muito pequena de infratores.

Na análise das imagens de 1988 e 1990 fica, também, claro que a grande responsável pela diminuição das áreas de mangue foi a execução da Avenida Beira Mar Norte, uma vez que a mesma, está totalmente dentro do mangue.

A instalação dos órgãos públicos no bairro Itacorubi e a UFSC na Trindade, trouxeram grande contingente populacional para a área, com a conseqüente ocupação do espaço urbano na bacia do Itacorubi, sem qualquer previsão antecipada das autoridades quanto ao saneamento básico da região, provocando uma invasão ao mangue aparentemente invisível - a invasão dos esgotos sanitários. A análise das imagens multiespectrais revela alterações de tonalidade em grandes porções do mangue, o que em visita *in loco* mostrou tratar-se de regiões isoladas pelos diques.

[Soriano-Sierra et al (1986)] detectaram diversas áreas do mangue que não sofrem mais as ações das marés, mesmo as excepcionais, causando a não movimentação das águas, o que se agrava com a presença de esgotos.

Conclusão

O trabalho de interação dos diversos sensores disponíveis provou a eficácia da técnica utilizada. Em se tratando de áreas urbanas, tem-se um ganho sensível de qualidade com o aumento da resolução.

As imagens, pancromática e multiespectral, do satélite SPOT, em papel fotográfico, na escala 1:50.000, foram um instrumento importante no processo de atualização do monitoramento da ocupação do espaço urbano

Referências Bibliográficas

- ABRAMS, Charles. Habitação, Desenvolvimento e Urbanização. Rio de Janeiro: O Cruzeiro, 1967. 368p.
- BAHR, H.P. Elementos Básicos de Cadastro Territorial. In: Curso Intensivo de Cadastro Técnico de Imóveis Rurais. Curitiba: ITCF, 1982. 48p.
- BRANCO, S.M., ROCHA, A.A. O Ambiente Marinho e os Mangues. Ecologia, São Paulo, p.135-143, 1980.
- CARDIERI, F.L.Gimenes, ROSA, F.Sammarco, BUSCHEL, E.Gasparello. Monitoramento da Expansão Urbana na Região Metropolitana de São Paulo. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 5., 1988, Natal. Anais. São José dos Campos: INPE, 1988. p. 22-30
- LOCH, Carlos, KIRCHNER, Flávio F. Imagens de Satélite na Atualização Cadastral. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 5., 1988, Natal. Anais. São José dos Campos: INPE, 1988. 19p.
- LOCH, Carlos. Noções Básicas para a Interpretação de Imagens Aéreas, bem como Algumas de suas Aplicações nos Campos Profissionais. 2.ed. Florianópolis: UFSC, 1989. 120p.
- MAHAVIR, GALEMA, Marjon. Monitoring Urban Growth using Spot Images and Aerial Photographs. ITC Journal, Enschede, n. 2, p.63-69, 1991.
- ROCHA, Aristides Almeida, RODRIGUES, Fabíola de O., MALAGRINO, Waldir. Contribuição ao conhecimento do Estado Ecológico-Sanitário dos Manguezais da Costa Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12., 1983, Balneário Camboriú. Anais. São Paulo: CETESB, 1983. 29p.
- SANTOS, Milton. Ensaio sobre a Urbanização Latino-Americana. São Paulo: Hucitec, 1982. 194p.
- SHELTON, Ronald L. Physical Resource Investigations for Economic Development. A casebook of OAS Field Experience in Latin America. Washington: Michigan State University, 1969. 437p.
- SORIANO-SIERRA, E.J. et al. Aspectos Ecológicos do Manguezal do Rio Itacorubi, Santa Catarina, Brasil. Florianópolis: UFSC, 1986. 31p.
- WIRTH, Louis. O Urbanismo como Modo de Vida. In: VELHO, Otávio G. O Fenômeno Urbano. 4.ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1979. 133p. p.90-113

em áreas de preservação permanente da bacia do Itacorubi, o que ficou facilitado pela tonalidade muito marcante do mangue.

A imagem multiespectral do satélite LANDSAT-TM, em papel fotográfico, na escala 1:50.000, serviu como comprovação da interpretação das imagens SPOT, não acrescentando novas informações.

Nosso trabalho serve como alerta às autoridades quanto à necessidade de implantação do *Cadastro Técnico Multifinalitário* como auxiliar essencial no processo de planejamento urbano.

Em áreas de rápida expansão urbana, recomenda-se a atualização temática constante, através de técnicas de Sensoriamento Remoto utilizando, preferencialmente, scanner aerotransportável que tem resolução espacial de até 1,0 metro. A atualização da base cartográfica será estabelecida inicialmente em função da velocidade das alterações constatadas, o que resulta normalmente em períodos de cinco a dez anos.

Quanto à atualização do cadastro urbano ao nível de ocupação intra lote, torna-se quase impossível utilizar imagens orbitais tipo LANDSAT ou SPOT, onde precisaríamos desenvolver mais testes quanto à eficiência do sensor SOYUSKARTA russo ou com o scanner aerotransportável que promete ser o rumo revolucionário em termos de atualização do Cadastro Urbano.

MONITORAMENTO DA OCUPAÇÃO DO ESPAÇO URBANO
 Baía do Rio Itacorubi - Florianópolis - SC

