

Análise ambiental: do Nível global ao particular. Mapeamento das Bacias hidrográficas urbanas de Pelotas/RS para identificação de lotes inundáveis

Cláudio Santos da Silva ²
Prof^a Dr^a Sonia Afonso ¹

UFSC – PósArq – CTC
88040-900 Florianópolis SC

¹ soniaa@arq.ufsc.br

² cssilva@arq.ufsc.br

Resumo: Este trabalho tem como objeto de estudo a zona urbana do município de Pelotas-RS. Realiza a organização de dados referentes ao relevo natural do município relacionando-os com a drenagem urbana, a fim de identificar áreas de risco internas ao perímetro urbano suscetíveis a inundações, partindo de uma análise geral do território das bacias hidrográficas até a identificação do risco ao nível do lote urbano. Visa, com isso, minimizar a carência de informações referentes ao tema e subsidiar a construção de um instrumento orientador para uso e ocupação do solo. Por meio de recursos de *sensoriamento remoto* e *geoprocessamento* foram identificadas as áreas de risco, constituindo importante instrumento para definição de áreas de expansão urbana, localização de equipamentos e atividades poluentes. Os resultados apresentados com recursos de simulação digital verificam que aproximadamente 37,5% do território urbano encontra-se em cotas abaixo de 5 metros e próximos a cursos d'água, oferecendo risco de inundação. Isso vem demonstrar a relevância de diagnósticos mais aprofundados sobre drenagem urbana, instrumentalizando melhor as atividades de planejamento de uso e ocupação do solo. A utilização prática do método de identificação e mapeamento demonstra a sua aplicabilidade a outros municípios.

Palavras-chave: Geotecnologias, mapeamento de área inundáveis, planejamento urbano.

Abstract: The subject of this work is the study of the urban zone of Pelotas City, RS, Brazil. In order to reach it, the information about the natural relief of the city area was organized and related to the urban drainage information, to identify inward risk areas, susceptible to inundation, leaving of a general analysis of hidrografic basins territory until the identification of the risk to urban lot level. The purpose is to minimize the lack of information related to the subject, intending to promote the composition of an orientation system to the use and occupation of the land. Trough the resources of remote sensing environment and Geographic Position System it was possible to identify the risk, compose an important instrument to define the urban expansion areas, equipment localization and pollution activities. From the results, obtained by digital simulation, it was possible to find out that approximately 37,5% of the urban territory are in quotas-levels under 5 meters and near the water courses, offering flooding risk. It demonstrates the necessity of more accurate diagnosis of draining, related to the land use and occupation planning activities. The practical use of this method, identifying and mapping inundation risk areas, gives evidence of its applicability to other cities.

Keywords: Geotechnologies, mapping of flooding areas, urban planning

1. Introdução

A organização do espaço é o reflexo das ações humanas através do trabalho. Portanto, a organização do espaço pode ser vista como o resultado do conjunto de impactos positivos e negativos que a própria sociedade produz, representando, desta forma, um retrato claro das relações e conflitos sociais, econômicos e ambientais que ali ocorrem.

As políticas para definição e organização do espaço urbano encontram-se a cargo dos municípios, que se utilizam dos planos diretores para normalizar ações e diretrizes que norteiam o crescimento das cidades.

O Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) atende à necessidade de um sistema de informação do espaço territorial atualizado que serve de base para a tomada de decisão e para um eficaz planejamento. Desta forma, o CTM permite a aquisição de informações sobre o elemento geográfico – que podem ter representações gráficas diferentes em mapas e escalas distintas.

Sendo assim, os estudos de mapeamento temático, através da cartografia temática – que se utiliza de uma linguagem gráfica para registrar e transmitir informações dos mais diversos aspectos físicos e culturais da paisagem - possibilita caracterizar e entender a distribuição espacial dos elementos do ambiente e seus atributos de forma ampla, visual, sintética e rápida.

2. Cartografia como Ferramenta para Análise Ambiental

Documentos cartográficos em diferentes escalas são ferramentas fundamentais para conhecer o meio ambiente em escala local, regional e global, e ajudar na tomada de decisões necessárias para o planejamento ambiental e o gerenciamento de recursos, bem como na solução de problemas em áreas tão variadas como saúde, desmatamento, qualidade do ar e da água, demografia, etc. Entretanto, a situação atual da cartografia mundial indica que, para muitas regiões do planeta, não existem documentos cartográficos que forneçam informação com qualidade adequada, sendo este um problema comum tanto para nações desenvolvidas quanto para países em desenvolvimento (Estes; Mooneyhan, 1994).

A consequência dessa falta de documentos cartográficos é a inexistência de informação atualizada para extensas regiões do planeta, o que mostra a necessidade de desenvolver metodologias que permitam atualizar constantemente as cartas existentes num intervalo de tempo compatível com a sua velocidade de desatualização. As principais vantagens das metodologias de atualização cartográfica baseadas na utilização de imagens orbitais de resolução média e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), residem no baixo custo (quando comparado com as fotos aéreas), na rapidez da atualização, na alta resolução temporal das imagens e na brevidade do processo de obtenção de informação atualizada, o que pode ser decisivo em aplicações de agricultura, monitoramento ambiental, reflorestamento, etc.

Numa época em que as mudanças se sucedem cada vez mais rapidamente, as qualidades acima mencionadas também definem a eficiência de uma metodologia, ao possibilitar a realização de atualizações mais expeditas, porém mais frequentes que o permitido pela metodologia fotogramétrica tradicional. Neste estudo, foi usado como recurso para mapeamento em escala regional imagens orbitais, associadas a produtos fotogramétricos para alcançar um nível de detalhamento ao nível do lote.

3. Uso de Geotecnologias para Mapeamento de Áreas Inundáveis

De acordo com Campana e Tucci (1994) as bacias urbanas necessitam ser planejadas com seu desenvolvimento futuro levado em consideração. Contudo, a falta de planejamento adequado e as irregularidades na ocupação descontrolada tornam esta tarefa bastante difícil. Vale destacar que Tucci (1997) constata que o desenvolvimento urbano brasileiro tem produzido aumento significativo na frequência de inundações e que em determinadas áreas pode-se constatar um aumento das vazões em até 7 vezes.

Segundo Forman (1995), um dos maiores desafios do planejamento do uso da terra é o que se refere ao uso sustentável do ambiente, que baseia-se em uma dinâmica de transformação com igual ênfase, nas dimensões ambientais e humanas da paisagem e na consideração de intervalo temporal que abranja diferentes gerações humanas. Desta forma, a utilização de produtos de sensoriamento remoto, tais como, imagens e fotografias aéreas, associadas aos SIG's tornam-se de fundamental importância, pois contribuem com a análise da dinâmica temporal da transformação de determinadas áreas tais como as bacias hidrográficas.

Segundo Fendrich (1999), é de suma importância promover a curto e médio prazo o desenvolvimento de estudos e pesquisas na área de drenagem urbana que contemplem os aspectos técnicos da hidrologia, hidráulica, saúde e meio ambiente, além dos aspectos sociológicos traduzidos pela política institucional e

legal do setor. Os países desenvolvidos, segundo Tucci (2000), já no início da década de 70, adotaram soluções que priorizavam o controle “na fonte” do escoamento gerado pela urbanização, ou seja, no lote ou no loteamento, dentro de uma filosofia de que o melhor projeto de drenagem é o que mantém as vazões máximas iguais ou menores as das condições naturais.

O monitoramento e a aquisição de dados contínuos, proporcionam um controle sobre o comportamento das bacias hidrográficas. O conjunto de dados adquiridos requer ajustes constantes, e neste sentido os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) e os produtos de Sensoriamento Remoto são importantes ferramentas nas análises e no auxílio do armazenamento e utilização de dados espaciais. Desta forma, as Geotecnologias, através dos SIG's e do Sensoriamento Remoto vêm sendo utilizadas como importantes ferramentas, afim de subsidiar o planejamento, as análises e as ações em diversas áreas de aplicação do conhecimento.

Estudar os impactos das águas de chuva sob um enfoque ambientalista e, sobretudo, adotar uma visão sistêmica para solução do problema da drenagem, deve ser a nova visão de gerenciamento da drenagem, e a preocupação maior dos dirigentes e técnicos responsáveis pela drenagem urbana.

4. Aplicação em Estudo de Caso: Zona Urbana de Pelotas/RS

Um problema comum, como o que foi mencionado anteriormente, mas agora identificado em grande parte dos municípios brasileiros, refere-se à falta de informações sistematizadas sobre o território urbano, mais especificamente em relação à configuração topográfica e suas relações com a drenagem das águas decorrentes da precipitação pluvial. Isso vem dificultar a instrumentalização de estudos sobre os escoamentos das águas e dificultar a compreensão espacial dos processos envolvidos e de grande importância para a constituição de sistemas mais eficientes de proteção contra as cheias nas cidades. Além disso, há a constatação (Tucci, 1997) de que as cheias são um processo gerado principalmente pela falta de uma maior disciplina no processo de ocupação urbana. Obviamente que, a ausência de uma visão espacial das características do território urbano, enquanto bacia hidrográfica e, portanto, sistema de escoamento de águas pluviais, bem como sua interação sistêmica com a ocupação do território e sua evolução, muito contribui para isso.

Em Pelotas, diante da necessidade de um Plano Diretor atualizado e da urgência para estabelecer as direções da expansão urbana, não existem definições claras quanto aos limites das áreas com risco de inundações. Expansões desregradadas ocorrem aleatoriamente e ainda fazem parte da crescente lista de registros de ocupações irregulares no território urbano. Devido à cidade ter sido implantada em região de planície e bastante próxima a cursos d'água, há registros de cheias com prejuízos sociais consideráveis em 1941, 1977 e 1984 (Rotary, 2001). Em função dos riscos de inundações, no período de 1940 a 1990 foi implementado pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) o *Sistema de Drenagem e Proteção contra as Enchentes de Pelotas*. A implementação do sistema consistiu de um conjunto de obras baseadas em estudos realizados na década de 80 e decorrentes de vários projetos, dentre os quais destacam-se: PROJETO SANTA BÁRBARA (Magna, 1980) e PROJETO BARONEZA (Magna, 1978). Os projetos são baseados nas soluções clássicas de diques associados a áreas internas de “polders” e têm como propósito impedir a inundação da região urbana por água proveniente do canal São Gonçalo, que serve como ligação natural entre a Lagoa Mirim e a Lagoa dos Patos. Os diques possuem uma altura de 4,5 m, dos quais 4,0 m visam resguardar a população localizada nas áreas baixas da cidade. Este sistema, entretanto, protege apenas parte das ocupações urbanas e possui, como já mencionado, limite de proteção à cota de 4,0 m, com um quebra ondas de 0,5 m. A Figura 1 representa o mapeamento existente desse sistema e cabe destacar que constituem os únicos mapas disponíveis que representam os dois projetos que compõe o mesmo. Ainda assim, demonstram parcialmente o território urbano e apresentam bastante imprecisão em relação aos limites das áreas representadas.

Na medida em que dados sobre relevo do conjunto do território são fundamentais para a compreensão da drenagem urbana, a ausência dos mesmos durante a realização de estudos e projetos compromete seriamente suas representações e a sua eficiência. A inexistência de análises básicas sobre a drenagem vinculada ao relevo urbano de Pelotas, bem como a precariedade das informações disponíveis, justificaram a realização dos estudos aqui apresentados.

A identificação prévia das áreas suscetíveis a inundações, através de simulações digitais, possibilita a elaboração de instrumento básico de apoio às decisões tomadas em relação ao uso e ocupação do solo, nas esferas pública e privada, evitando futuros problemas de calamidade devido às cheias, prevenindo desta forma e não apenas remediando os danos sociais, econômicos e ambientais que esses eventos causam. Sem essa identificação, medidas não-estruturais como zoneamento das áreas de risco com o devido mapeamento não podem ser adotadas, constituindo-se assim em grave problema para a gestão do espaço municipal devido à falta de instrumentos de apoio que permitam melhores avaliações sobre o

território, bem como a definição de propostas de uso e ocupação do solo mais adequadas às características topográficas de cada área.



Figura 1: Mapas representativos do funcionamento do Sistema de Drenagem e Proteção contra Enchentes de Pelotas. Fonte: SANEP / Pelotas, 2000.

Com a utilização de recursos de geoprocessamento através da modelagem numérica de terreno, tornou-se possível, através do presente trabalho, demonstrar a viabilidade da aplicação de método próprio para identificação de áreas suscetíveis a inundações nas cidades e simulação de eventos de cheias em Pelotas, na forma de estudo de caso.

As informações geradas neste trabalho e estruturadas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) podem vir proporcionar o ponto de partida para a organização de uma base de referência de dados do próprio município que possibilitem o incremento de outras informações que, associadas a estas, poderão conduzir a diferenciadas avaliações e atualizações sobre o território urbano. Podem servir, portanto, como elemento de apoio a um Termo de Referência que traga subsídios para complementações futuras, em escalas variadas, e que permitam o encaminhamento de estudos mais detalhados.

5. Base Metodológica e Instrumental utilizado para Mapeamento das Áreas Inundáveis da Cidade de Pelotas/RS

5.1 - Área de Estudo

Compreende a Zona Urbana da Figura 2, com limites definidos no II Plano Diretor de Pelotas (Lei Municipal 6525/80)



Figura 2: Mapa de Localização de Pelotas no Estado e Zona Urbana no Município. Fonte: Prefeitura Municipal de Pelotas, 2002.

5.2 - Método

Através da aplicação de técnicas de Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e Gráfica Digital, foram realizados os processamentos necessários à confecção dos produtos gráficos parciais relacionados a seguir, que posteriormente possibilitaram o cruzamento dos dados gerando os resultados finais.

O processamento dos dados para montagem dos mapeamentos foi realizado através de aplicativos especializados voltados para as áreas de geoprocessamento, sensoriamento remoto, edição de imagens, dentre outros. As tarefas realizadas foram:

- a) Simulação digital do relevo do Município através de modelagem numérica, pela associação de curvas de nível (CN) e pontos cotados (PC), o que tornou possível identificar diferentes altitudes das áreas vindo compor o modelo numérico do terreno;
- b) Geração de Imagem LSAT7-TM de outubro de 2001, Color com pixel 10m (R5G4B3) adquirida com a fusão da banda pancromática, o que permitiu o aumento da resolução espacial para melhor visualização das áreas;
- c) Georreferenciamento dos arquivos raster (matrizes) e vetores (linhas), com o propósito de realizar o cruzamento de dados diversos, por sobreposição, para diferentes análises;
- d) Inserção dos dados em ambiente SIG, o que proporcionou a geração dos mapeamentos gráficos temáticos com informações possíveis de serem compartilhadas posteriormente.

6. Resultados

Tendo em vista inexistência de um Modelo Numérico de Terreno (MNT) correspondente às áreas urbana e rural do município, envolvendo as bacias de drenagem para o local de estudo, foi necessária a construção do mesmo. Isso foi feito a partir da reunião de dois tipos de informações existentes: (i) curvas de nível (CN) e pontos cotados (PC), existente na Prefeitura de Pelotas, originados da restituição de levantamento aerofotogramétrico da zona urbana; (ii) de curvas de níveis de 20 em 20 m do município, originadas de cartas do Exército Brasileiro, digitalizadas e de posse do Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP). Isso permitiu organizar, em um único conjunto de informações digitalizadas, o MNT completo do município, integrando áreas urbana e rural, para que visualizadas conjuntamente pudessem instrumentalizar o estudo das áreas de drenagem das bacias urbanas e rurais.

A simulação do relevo demonstrada na Figura 3, com cobertura de todo território do município representado no modelo digital já mencionado, possibilitou a construção de outras informações gráficas, como por exemplo as superfícies e canais de drenagem. Na figura visualiza-se o relevo das bacias e em vermelho o contorno do perímetro urbano, objeto dos impactos destacados pelo estudo, incorporados e agregados em um ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas).



Figura 3: Vista de topo do relevo completo do território do município. Fonte: SILVA, 2004.

A informação que caracteriza esses impactos se refere à identificação das áreas internas ao perímetro urbano suscetíveis à inundação. A partir do MNT foi possível simular a variação dos eventos de inundação, tomando por base a conformação do relevo e a análise de áreas inundadas com um nível das águas entre 1m e 5 m (NMM Datum Torres – que é o referencial adotado para o canal São Gonçalo e Lagoa Mirim), como apresenta a Figura 4. O limite de 5 m representa a cota da planície de inundação da Bacia da Lagoa

Mirim e é considerado neste estudo de caso como limite de risco. Através desta simulação, ficam evidenciadas quais áreas da zona urbana estão sujeitas ao alcance das águas.

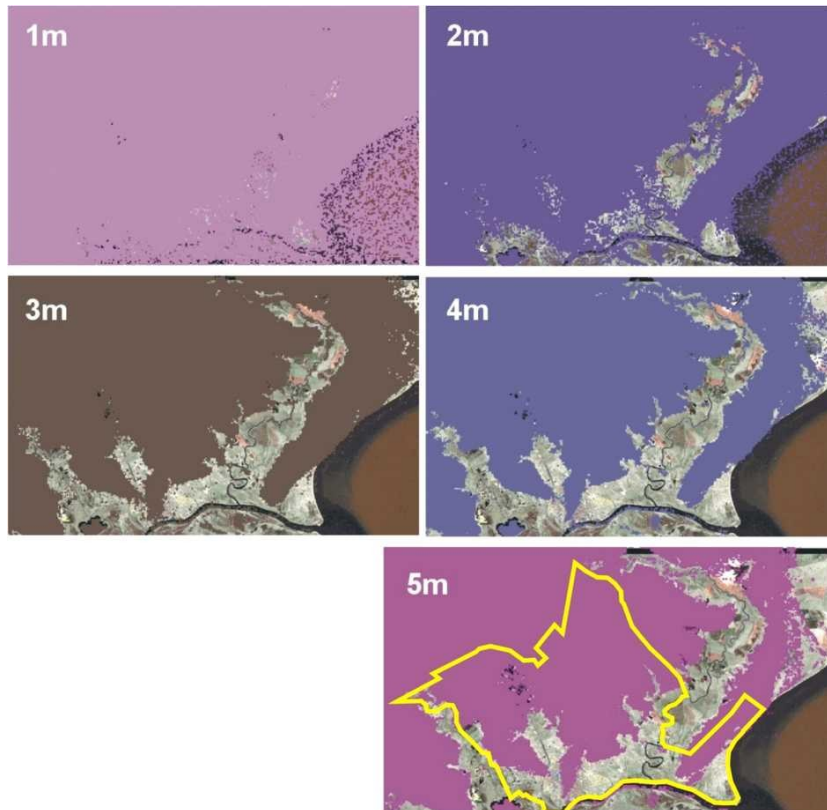


Figura 4: Simulação de eventos de inundação na área urbana, variando da cota 1m até 5m, onde as áreas expostas representam as regiões atingidas. Fonte: SILVA, 2004.

Com os recursos alcançados através de técnicas de geoprocessamento e gráfica digital, pode-se visualizar sob forma de mapeamento a representação das áreas atingidas. Como está ilustrado na Figura 5, basicamente as áreas comprometidas estão situadas ao sul da zona urbana, na várzea do canal São Gonçalo. Essa área representa aproximadamente 37, 5% do espaço urbano e atinge parcela considerável das ocupações de grandes bairros de Pelotas: Centro, Porto, Laranjal, Areal, Fragata e Três Vendas.

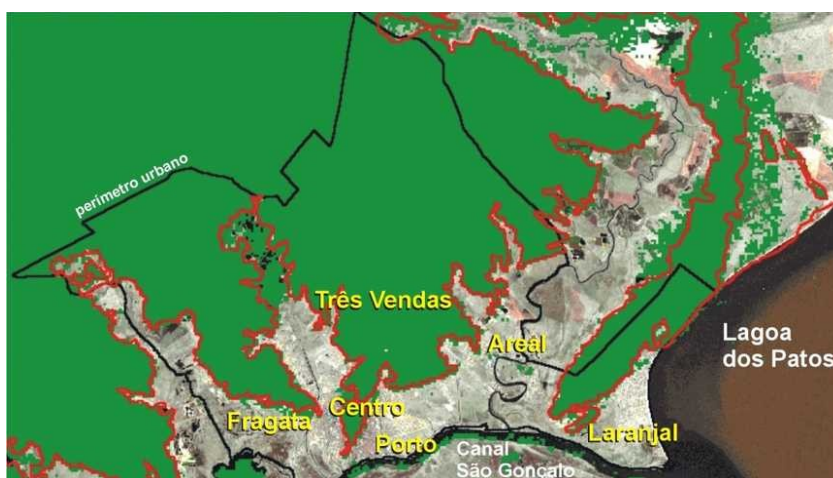


Figura 5: Representação das áreas atingidas até a cota 5m, potenciais Áreas de Risco da Zona Urbana de Pelotas. Fonte: SILVA, 2004.

A partir da identificação das ocupações sujeitas à inundação, tornou-se possível ampliar a escala ao nível dos lotes urbanos, a fim de definir níveis de risco devido à suscetibilidade às inundações. Na Figura 6, está representado o traçado da cota 5m e a malha de referenciamento municipal, sobrepostos ao mosaico das fotos do Levantamento Aerofotogramétrico da zona urbana de Pelotas (escala de voo 1:8.000), possibilitando a indicação dos lotes localizados em áreas inundáveis.

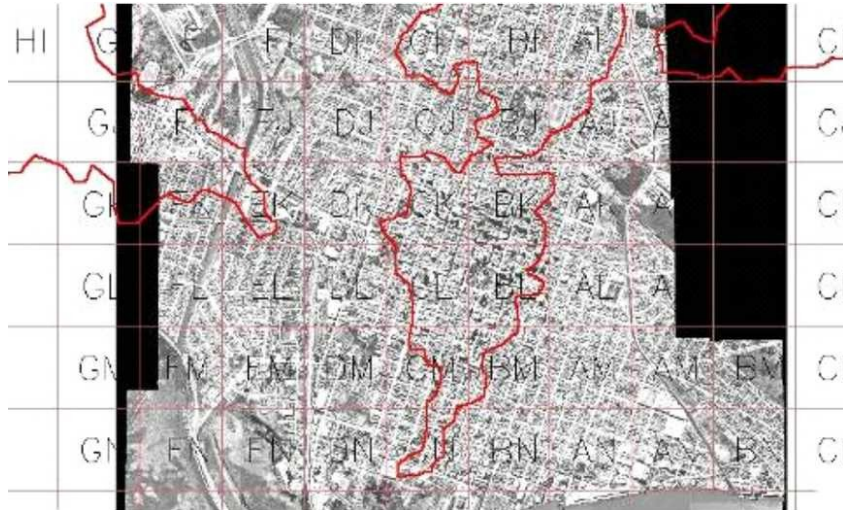


Figura 6: sobreposição da malha de referenciamento municipal ao levantamento aerofotogramétrico, com identificação dos lotes urbanos com risco de inundação. Fonte: SILVA, 2004.

Após o mapeamento das áreas inundáveis, pode-se estabelecer comparações entre os usos do solo e a suscetibilidade ao risco, e assim verificar incompatibilidades, tanto entre ocupações urbanas já consolidadas para realizar o planejamento de relocações, como para o estabelecimento de diretrizes de ocupação preventivas ao risco, como demonstra a Figura 7. Nesta região específica, representada na imagem, é possível perceber que alguns usos institucionais e o próprio aterro sanitário municipal foram implantados em área com risco de inundação, localizadas na bacia da Barragem Santa Bárbara, que por sua vez é responsável por grande parte do abastecimento de água da população urbana. Logo, a invasão das águas nessas áreas é extremamente indesejável, considerando que colocaria em risco não apenas os usuários destas instituições, mas também a qualidade da água consumida pela população. Isto vem demonstrar a relevância da abordagem aqui adotada, já que, de posse de mapeamentos como estes apresentados, possivelmente incompatibilidades desta natureza poderiam ser evitadas.



Figuras 7: Mapeamento das áreas institucionais e aterro sanitário situadas em locais com risco de inundação. Fonte: SILVA, 2004.

Os resultados apresentados, estruturados em ambiente SIG, podem vir contribuir de forma significativa através de um melhor aproveitamento das informações existentes, trazendo uma maior precisão e agilidade dos processos que envolvam estudos sobre drenagem urbana. Isso vem, também, contribuir para o estudo e definições de áreas destinadas à expansão urbana, localização de equipamentos públicos e atividades poluentes.

7. Conclusões

O material produzido poderá servir como mapeamento básico para estudos posteriores a serem realizados, visando melhor detalhar as informações existentes ou a serem levantadas, inclusive de forma setorizada.

A representação gráfica associada permitiu uma visão do conjunto do espaço urbano sobre o tema. Como aspectos fundamentais sobre a abordagem realizada, podem ser destacadas:

- a sistematização de mapas que órgãos públicos necessitavam e ainda não haviam sido elaborados;
- a constatação de que 37,5% do território da zona urbana da cidade de Pelotas se encontram abaixo da cota de 5m e, conseqüentemente, oferecem risco de inundação às ocupações nessas áreas;
- a visualização das áreas atingidas por inundação, através da representação gráfica, destacando as áreas de risco das ocupações ao Sul de Pelotas, da várzea do Canal São Gonçalo: Centro, Porto, Laranjal, Areal, Fragata e Três Vendas;
- a comprovação prática de que as simulações digitais possibilitam antecipar os eventos reais de inundação, permitindo identificar anteriormente as áreas a serem atingidas para a remoção prévia das populações nas situações de calamidade, bem como subsidiar a definição de políticas públicas que estabelecem diretrizes de ocupação e uso do solo.

Finalmente, o trabalho evidenciou a contribuição que o uso do ferramental de geoprocessamento e de manipulação de imagens pode trazer ao estudo de problemas como o da drenagem urbana, no sentido de extrair preciosas informações de dados cartográficos e analíticos existentes, quando colocados de modo adequado em um ambiente SIG.

Essas informações, por sua vez, podem vir constituir um conhecimento relevante voltado para o apoio à tomada de decisões, cujos resultados podem vir impactar de forma decisiva a população de uma cidade ou município.

8. Referências

- BASTOS, L. C. PELEGRINA, M. A.** *Uso de mapas temáticos para avaliação da consistência cadastral*. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 2005.
- CAMPANA, N. A.; TUCCI, C. E. M.** *Estimativa de Áreas Impermeáveis de MacroBacias Urbanas*. Revista Brasileira de Engenharia. Caderno de Recursos Hídricos, vol.12, n. 2, dez/ 1994.
- CARVALHO, P. F. ; BRAGA, R. (org)** *Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias*. Rio Claro: LPM-UNESP, 2001. pp. 95 a 109.
- DNOS.** *Sistema de Proteção contra Enchentes de Pelotas*. Relatório do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS). Fevereiro, 1987.
- ESTES, J.E. , MOONEYHAN, D.W.** *Of maps and myths. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. Vol. 60, No 5, pp. 517-524. 1994.
- FENDRICH, R.** *Política e Operacionalização dos Projetos de Drenagem Urbana*. RBRH/ABRH, in A Água em Revista no 11, Porto Alegre, 1999.
- FORMAN, R.T.T.** *Land mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge, Cambridge University Press, 1995.
- JENSEN, J. R.** *Remote sensing of the environment: an Earth resource perspective*. Upper Saddle River: Prentice Hall. 544p. 2000.
- LOCH, C.** *Cadastro Técnico, A Base para o Monitoramento de Propriedade Rurais*. Geosul. Florianópolis: Ed. UFSC, vol.5, 1989-a.

- _____. *A Interpretação de Imagens Aéreas*. Florianópolis: Ed. UFSC, 1993.
- _____. *Noções Básicas para a Interpretação de Imagens Aéreas bem como Algumas de suas Aplicações nos Campos Profissionais*. 2ª ed., Série Didática, Florianópolis: Ed. UFSC, 1989-b, 12p.
- _____. *Monitoramento Global Integrado de Propriedades Rurais*. Florianópolis: Ed. UFSC, 1990.
- MIRANDA, E. E.; GOMES, E. G.; GUIMARÃES, M.** *Mapeamento e estimativa da área urbanizada do Brasil com base em imagens orbitais e modelos estatísticos*. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 2005.
- MOREIRA, M. A.** *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação*. 2.ed. - Viçosa: UFV, 2003.
- MOTA, S.** *Introdução à Engenharia Ambiental*. Ed. ABES: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1998.
- PEREIRA, A. A.; FLORENTINO, C.; LUCAS, F. C.; PEREIRA, L. M.; CRESPO, R. M.; PUGLIESI, E. A.; CASTILHO, J. R. F.; SILVA, E. A.** *A função da cartografia na elaboração do plano diretor*. XXII Congresso Brasileiro de Cartografia – Rio de Janeiro, 2005.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS.** *Levantamento Aerofotogramétrico*. Levantamento aerofotográfico e restituição digital da Zona Urbana. Prefeitura Municipal de Pelotas. Agosto, 1995.
- RICHARDS, J. A.** *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*. New York, Springer Verlag. 1986.
- ROTARY CLUB PELOTAS NORTE.** *Saneamento básico na cidade de Pelotas: situação atual e prioridades*. Relatório de consultoria. Rotary Club Pelotas Norte. Junho, 2001.
- SILVA, C. S., VIEGAS FILHO, J. S., PARFITT, C. M.** *Mapeamento das áreas inundáveis na zona urbana de Pelotas: um instrumento orientador para planejamento do uso e ocupação do solo*. Monografia do Curso de Gestores Regionais de Recursos Hídricos - UFPEL. Pelotas, 2004.
- STURM, U.; ANTUNES, A.; LINGNAU, C.; BÄHR, H. P.** *Análise da Ocupação Em Áreas de Preservação Permanente (APP) na Área Urbana do Município de Matinhos Utilizando a Imagem Ikonos II*. In: Colóquio Brasileiro De Ciências Geodésicas, Vol. III, Curitiba. Anais em CD-ROM. 2003.
- TUCCI, C. E. M.** *Plano Diretor de Drenagem Urbana: princípios e concepção*, Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 2, n.2, p. 5-12. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1997. www.abrh.org.br.