

Imagens de alta Resolução aplicadas na Cartografia cadastral

David Lemos
Sérgio Murilo Ulbricht

Universidade Federal de Santa Catarina
Professor do Departamento de Expressão Gráfica
Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Resumo: Este ensaio procura fazer uma abordagem dos recursos que as novas tecnologias, através de relatos de pesquisas e artigos teóricos, podem oferecer a cartografia cadastral, mais precisamente enfocando a utilização de imagens de alta resolução espacial. Verifica-se que sob a utilização de novas tecnologias de extração e processamento, as imagens de alta resolução estão cada vez mais disponíveis para uso no cadastro técnico multifinalitário e, desta forma, serem documentos de apoio ao desenvolvimento de um planejamento de tomada de decisão para a cartografia cadastral.

Abstract : This work aims a approach news technologies can to do for the cadastral cartography, most precisely focusing the high spatial resolution images use, by researches reports and theoretical papers. On verify extraction and process high spatial resolution images new technologies use in multifinalities technical cadastre are every more and being base to planning and redevelopment for decision make at cadastral cartography.

Palavras chave: *cartografia, imagens de alta resolução espacial, cadastro.*

Introdução

A cartografia, que tem origens muito remotas, surgiu da necessidade das comunidades nômades registrarem os locais e percursos pelos quais andavam, é uma ciência de tal forma abrangente que importa várias definições conforme seja estudada. Para tornar o cadastro mais útil com o intuito de definir políticas para o solo, e identificar o que realmente é importante, diversas federações de profissionais procuraram definir o cadastro em congressos internacionais. Tais definições levam o nome dos locais onde foram realizadas, como a de Bogor na Indonésia, a de Balthurst na Austrália, a da União Européia ocorrida em Roma e a de caráter mais futurista denominada Cadastro 2014 que preconiza mudanças nos futuros sistemas cadastrais, realizada na Grécia pela FIG em 2004 (Áquila et al. 2004)

A cartografia cadastral

O Dicionário Cartográfico define Cartografia como o conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseado nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, visando à elaboração e preparação de cartas, projetos e outras formas de expressão, bem como a sua utilização (Erba;Ibera, 2005, cap.3-p.3).

No Brasil não existe uma definição específica adotada pelo IBGE, ou outros órgãos que dela se utilizam, ou seja, que oriente o que deva ser a definição de Cartografia Cadastral. Várias são as áreas de conhecimento e conteúdos envolvidos no cadastro técnico, como a fiscal, a sócio-econômica, jurídica, geométrica, temática e multifinalitária dentre outras. O **cadastro fiscal** fornece as informações básicas

para a taxaço das propriedades. O **cadastro de informações sócio-econômicas** contem dados sobre a situaço social e econômica (demográfica, emprego e renda, educaço, habitaço, saúde e saneamento) da populaço local. O **cadastro geométrico ou físico** (segundo alguns autores) é o que contém dados que provêm de levantamentos topográficos, geodésicos ou fotogramétricos e constam de documentos cartográficos e bases alfanuméricas (Erba, cap2-p8). O **cadastro temático** utiliza a cartografia temática que representa os fenômenos geográficos, demográficos, econômicos, geológicos, agrícolas, etc., sobre um fundo geográfico básico. O **cadastro jurídico** é o cadastro organizado como complemento dos Registros de Imóveis cuja função é dar publicidade aos atos e negócios jurídicos através de suas atividades principais: a própria inscrição destes atos e a divulgaço das informações a quem a desejar. (Erba;Ibera, 2005, p.2-9). O **cadastro técnico multifinalitário urbano** serve como um sistema básico de registros para uso de diversas pessoas e organizaçoes responsáveis pela realizaço de diversos serviços (Hochheim, 1993).

Se a cartografia serve para dar respaldo à propriedade e será utilizada como base para um SIG, será necessário georreferenciar com precisões sub-métricas (na área rural), e centimétricas (na área urbana) (Erba, 2005 cap1-p.19). Quando um SIG é usado para administrar dados cadastrais, adota a denominaço particular de Sistemas de Informaço Territorial – SIT (Erba;Ibera 2005, cap.18-p.10).

A cartografia cadastral contribui para o chamado Cadastro Técnico. O **cadastro técnico** é um inventário público de todas as parcelas de terreno e dos imóveis de uma região (Garcia,1974; Hensen, 1974).

O cadastro técnico compreende um conjunto integrado de subsistemas compatibilizado sobre uma base cartográfica homogênea. No Brasil não existe um cadastro público unificado e padronizado, multifuncional e moderno para os bens imobiliários que possua o registro de dados técnicos, legais e gráficos relacionados a terrenos e edificaçoes (Souza, 2001 apud Philips,1996). Alguns dos principais problemas com relaço ao cadastro técnico estão na necessidade da administraço municipal em ter como principal objetivo a arrecadaço fiscal. A atualizaço cadastral também é considerada outro ponto crítico em praticamente todas as cidades brasileiras. Algumas das finalidades do cadastro técnico resumem-se na arrecadaço municipal, incluindo IPTU, taxas e serviços urbanos e no planejamento físico territorial urbano.

A base cartográfica

Para se fazer uma base cartográfica de um município deve-se estudar os documentos existentes. Procurar separar, analisar, reconhecer onde os documentos estão inseridos. Em suma, criar um sistema de informações abrangente sobre a geografia, as parcelas, as propriedades e tantas outras informações. O sistema consiste das partes integrantes que vão interagir para formar o todo. Segundo a Federação Internacional dos Geômetras (FIG) um cadastro para ser eficiente precisa apresentar:

- a) Uma rede de referência espacial constituída de pontos de controle geodésico;
- b) Um conjunto de mapas básicos, preciso, atualizado e em escala grande;
- c) Um “overlay” cadastral que defina todas as parcelas cadastrais, com uma identificação única para cada uma delas;
- d) Um conjunto de registros compatíveis de interesse relacionados a cada parcela.

Os dois primeiros itens estabelecem que, nas atividades de cadastro, as informações geométricas devem ser posicionadas espacialmente numa base cartográfica confiável. A base cartográfica deve ser entendida como sendo uma representação cartográfica de aspectos do ambiente, relacionada a referências geodésicas e produzida em uma projeço cartográfica com qualidade geométrica compatível com sua finalidade, uma universalidade na representação, bem como a simplicidade na interpretação das feiçoes representadas. A base cartográfica é uma carta cadastral que contém os limites das propriedades, edificaçoes, ruas e estradas, rios, curvas de nível, pontos cotados, pontos da malha de pontos fundamentais. É um mapa base que contém informações planimétricas e altimétricas, numa escala compatível com a finalidade a qual se destina (Hochheim, 2003, p.8.1).

Confecço da base cartográfica

A Base Cartográfica é realizada através da topografia na representaço das porçoes limitadas da superfície terrestre e pela geodésia na representaço de grandes extensões da superfície terrestre. Ambas

têm como fundamento ciências tradicionais que são: a geometria e a trigonometria plana, utilizadas na topografia, e a geometria e a trigonometria esférica utilizadas na geodésia. Acrescenta-se a estas, a fotogrametria que se ocupa com a determinação da posição de pontos da superfície terrestre através de medições executadas em fotografias. Divide-se em fotogrametria terrestre (ou de curta distancia) e aérea (ou aerofotogrametria). As fotos aéreas são tiradas a partir de aeronaves, abrangendo uma grande região. Por isto são usadas principalmente para determinar o relevo e realizar estudos de grandes áreas (Hochheim, 2003 p.8.4).

As novas tecnologias

As novas tecnologias surgidas mais recentemente como a informática, telecomunicações e navegação espacial permitem uma maior contribuição para a cartografia. A informática permite através dos sensores digitais (scanners) transformar um mapa analógico em digital. A telecomunicação e a navegação espacial permitem a realização de uma topografia automatizada com a utilização do GPS, também denominado NAVSTAR/GPS (*Navigation System With Time and Ranging*).

O GPS é um sistema de identificação de coordenadas espaciais obtido através da relação entre a posição de pontos terrestres com a posição de satélites em órbita espacial. O sistema consiste de 24 satélites de posições conhecidas e monitoradas permanentemente por estações de controle terrestre. Com aparelhos receptores dos sinais dos satélites posicionados sobre pontos terrestres, pode-se obter a posição geográfica desses pontos. A gama de aparelhos receptores GPS é bem variada, assim como os métodos de rastreamento dos sinais dos satélites (Orth, 2000).

A telecomunicação e a navegação espacial vem dando forma a uma nova tecnologia que é o sensoriamento remoto. O sensoriamento remoto permite estudar e monitorar os espaços terrestres e seus elementos naturais e construídos. Atualmente é cada vez mais freqüente a utilização de receptores GPS para fins cadastrais. Muitas empresas utilizam o GPS, tanto na implantação de sistemas de referência para apoiar levantamentos fotogramétricos e topográficos, como na execução do próprio cadastro básico e dos elementos da infra-estrutura urbana.

Quando se trata de um levantamento cadastral urbano alguns fatores devem ser levados em conta, como a precisão espacial e a velocidade de obtenção da informação. Desta forma, envolve pontos como os requisitos da informação a ser coletada, tipo de receptor e o método de observação a ser utilizado, entre outras.

Porém para o cadastramento de elementos da rede de infra-estrutura urbana pertencente a componentes dos sistemas de água, esgoto, rede elétrica e telefônica, etc, o GPS tem sido intensamente utilizado com resultados muito bons. Segundo Gilbert (1996) In Souza (2001), isto se explica por duas características básicas do GPS que favorecem o cadastramento destes elementos: é possível conseguir exatidão normalmente requerida para locação destes elementos em pouquíssimo tempo de ocupação e permitem a rápida digitação de atributos e validação dos dados introduzidos para alimentar SIG, CAD ou qualquer outra base de dados (Souza apud Gilbert, 2001).

O GPS surgiu como mais um método de levantamento com possibilidade de ampla utilização no cadastramento de elementos do espaço urbano. No entanto, a vantagem do uso do GPS sobre os levantamentos convencionais em áreas urbanas não é tão explícita quanto em campos abertos. Isto porque o ambiente urbano pode dificultar a localização de pontos livres de obstáculos ao sinal GPS (edifícios, árvores, torres, pontes, entre outros), bem como limitar a implantação de bases com comprimentos adequados à precisão desejada nos azimutes e, ainda, os dados coletados poderão estar contaminados de erros devido a existência de superfícies refletoras próximas as antenas receptoras de sinais (Vargas & Schaal, 2002).

Imagens de alta resolução espacial – imagem de satélite

É importante manter a cartografia cadastral sempre atualizada. A atualização não prescinde do trabalho tradicional de campo, da topografia, aerofotogrametria, ortofotos. Mas as novas tecnologias com os sensores digitais (scanners) aerotransportáveis e também imagens de satélites de alta resolução espacial vêm somar para a prestação da sistemática da atualização da cartografia cadastral. Como exemplos destas tecnologias pode-se citar o satélite QUICK BIRD 2 da DigitalGlobe que oferece a resolução geométrica mais alta do mundo em satélite comercial, com imagens 1m a 61cm (pancromática) e 4m a 2,44m (multiespectral). Largura da faixa imageada é de 16,5 Km (Ehlers, Kux 2005 p. 23) e a HRSC (*High Resolution Stereo Câmara*) primeira câmara digital estereoscópica de uso operacional do mundo em aplicações orbitais ou a bordo de aeronaves (Reichel, Kux, 2005 p. 125).

- **Software desenvolvido para a classificação de dados de sensoriamento remoto de muito alta resolução**

Em razão do aumento da resolução dos modernos sistemas de sensoriamento remoto, novos procedimentos estão sendo pesquisados e oferecidos para uma melhor classificação digital de imagens. As metodologias de processamento e de interpretação de imagens têm evoluído com a aplicação de técnicas como a classificação orientada ao objeto, que permite extrair informações e dados de sensoriamento remoto com resolução extremamente elevada e contornar alguns dos problemas, tais como os devidos à elevada variância espectral dos níveis de cinza dentro dos objetos. Com base numa segmentação prévia, os objetos são classificados por um procedimento de lógica *fuzzy* por meio de características descritoras.

Devido à limitação de procedimentos de classificação baseados somente em *pixel*, começou-se a aplicar a concepção de lógica *fuzzy*, como no aplicativo *eCognition*, em diferentes características do objeto do banco de dados. A classificação orientada a objetos (água, juncos, floresta etc...) permite extrair informações de dados de sensoriamento remoto com resolução extremamente elevada e contornar os problemas de elevada variância de níveis de cinza dentro destes (Andersen, Kux p.225-233).

Etapas e definições de trabalho com imagens

Para se ter uma idéia geral do aproveitamento dos recursos da tecnologia proporcionada por satélites procurou-se descrever essas etapas e resumir abaixo as definições contidas no tutorial para a utilização do software livre *Spring*, do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas espaciais).

- **Leitura de imagens**

Uma imagem digital pode ser definida por uma função bidimensional, da intensidade de luz refletida ou emitida por uma cena, na forma $I(x,y)$, onde os valores de I representam, a cada coordenada espacial (x,y) , a intensidade da imagem nesse ponto. Essa intensidade é representada por um valor inteiro, não-negativo e finito, chamado nível de cinza. Cada ponto imageado pelos sensores corresponde a uma área mínima denominada "pixel" (*picture cell*), que deve estar geograficamente identificado, e para o qual são registrados valores digitais relacionados à intensidade de energia refletida em faixas (bandas) bem definidas do espectro eletromagnético.

- **Caracterização de imagens**

Uma imagem pode ser representada por uma matriz de dados, onde as linhas e colunas definem as coordenadas espaciais do "pixel". Para isto utiliza-se um número finito de bits para representar a radiância da cena para cada *pixel*, onde a radiância é o fluxo radiante que provém de uma fonte, numa determinada direção, por unidade de área. A quantificação da radiância contínua de uma cena é representada pelos níveis de cinza discretos na imagem digital, que são dados pelo número de bits por *pixel* para produzir um intervalo de radiância. Os sensores da nova geração obtêm normalmente imagens em 8 ou 10 bits (equivalentes a 256 ou 1024 níveis digitais).

- **Registro de Imagens**

Registro é uma transformação geométrica que relaciona as coordenadas da imagem (linha e coluna) com as coordenadas geográficas (latitude e longitude) de um mapa. Essa transformação elimina distorções existentes na imagem, causadas no processo de formação pelo sistema sensor e por imprecisão dos dados de posicionamento da plataforma (aeronave ou satélite). O registro de uma imagem é necessário para:

- Integração de imagens obtidas por sensores diferentes;
- Análise temporal de imagens obtidas em tempos diferentes;
- Obtenção de informação tridimensional de imagens, tomadas em posições diferentes.

- **Processamento de Imagem**

No processamento de uma imagem busca-se ajustes na cor, no contraste, no brilho e na saturação. Com relação ao contraste de Imagens, a técnica de realce tem por objetivo melhorar a qualidade das imagens sob os critérios subjetivos do olho humano. É normalmente utilizada como uma etapa de pré-processamento para sistemas de reconhecimento de padrões. A manipulação do contraste consiste numa transferência radiométrica em cada *pixel*, com o objetivo de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem. Realiza-se a operação ponto a ponto, independentemente da vizinhança. O histograma de uma imagem descreve a distribuição estatística dos níveis de cinza em termos do número de amostras (*pixels*) com cada nível.

- **Classificação da imagem**

Classificação por pixel é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos. Os classificadores "*pixel a pixel*" utilizam apenas a informação espectral isoladamente de cada *pixel* para achar regiões homogêneas. O resultado final de um processo de classificação é uma imagem digital que constitui um mapa de *pixels* classificados, representados por símbolos gráficos ou cores.

Entretanto, segundo Leukert (2005), a interpretação de imagens com os procedimentos clássicos baseados em *pixels*, como a classificação multispectral supervisionada, fornece geralmente resultados insatisfatórios para dados de imagens com alta resolução. Novas concepções de classificação resumem os *pixels* de áreas homogêneas em segmentos. Esses procedimentos baseados em objetos, fornecem muitas opções de análise, incluindo contexto ou outras informações adicionais, como por exemplo, a inclusão de modelos digitais de terreno (DTM) ou dados SIG disponíveis na classificação (Leukert, Kux p139).

- **Modelagem Numérica de Terreno**

Um modelo numérico de terreno - MNT (em inglês, DTM = "Digital Terrain Model") é uma representação matemática da distribuição espacial de uma determinada característica vinculada a uma superfície real. A superfície é em geral contínua e o fenômeno que representa pode ser variado. Dentre alguns usos do MNT pode-se citar:

- Armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos;
- Análises de corte-aterro para projeto de estradas e barragens;
- Elaboração de mapas de declividade e exposição para apoio à análise de geomorfologia e erodibilidade;
- Análise de variáveis geofísicas e geoquímicas;
- Apresentação tridimensional (em combinação com outras variáveis).

Estado da arte: Sensoriamento Remoto (SR) e SIG

Encontram-se, na bibliografia atual, vários trabalhos em que se faz uso de imagens de alta resolução espacial aplicadas à cartografia, tais como:

- **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados (T. Blaschke, H. Kux).**

Trata-se de um livro cuja versão em português foi ampliada, atualizada e adaptada as condições do mercado brasileiro, segundo Blaschke, um dos autores. O livro consta de vários artigos fruto de pesquisa de vários pesquisadores. Nesta obra mostra-se que imagens de satélite de alta resolução permitem obter informações espaciais com detalhamento de até a escala 1:5000, competindo, freqüentemente, com fotografias aéreas. Essa é a fronteira tecnológica neste início do século XXI. **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados** dá uma visão abrangente sobre temas como: novos sensores (câmaras aerofotográficas digitais, dados de satélite de alta resolução) e novas aplicações; fusão de dados de múltiplas fontes (com elevada resolução espacial); inclusão de textura e forma na classificação automática; integração de

sensoriamento remoto e SIG na análise de imagens; monitoramento: operacionalização e padronização [01].

- **Metodologia automática para a extração de cruzamento de rodovias em imagens de alta resolução.**

Pesquisa usando imagens de alta resolução apresentada por Rodrigo Bruno Zanin e Aluir Porfírio Dal Poz, mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) - da Universidade Estadual Paulista - UNESP.

Resumo: Pesquisas em extração de rodovias em imagens digitais não são recentes, sendo as primeiras da década de 70. Os métodos desenvolvidos normalmente são classificados em duas classes: semi-automático e automático. Esta última classe não prevê a intervenção de um operador. Neste contexto, a extração automática de cruzamentos de rodovias é fundamental, embora muitos poucos trabalhos são encontrados na literatura de extração de rodovias, gerando algumas dificuldades para construir um conhecimento à priori sobre cruzamentos. Esta pesquisa propõe uma metodologia automática para resolver este problema, combinando segmentos de rodovias extraídos de uma imagem de alta resolução (*pixel* < 0,7 m), com linhas extraídas numa imagem de baixa resolução (*pixel* > 2m), reamostrada da imagem original de alta resolução. A metodologia proposta foi testada em um conjunto de imagens de alta resolução, mostrando-se confiável e eficiente. Desde que as bordas das rodovias sejam satisfatoriamente definidas, o método se mostrou capaz de extrair totalmente os cruzamentos de rodovias. Além disso, gerou uma significativa melhora na malha viária (aproximadamente 20%) extraída pela metodologia automática de extração de segmentos de rodovias (Zanin et al., 2003).

- **Aplicação de redes neurais na classificação de imagens de alta resolução espacial e dados do laser scanner.**

Dissertação de mestrado apresentada em 02/04/2004 por Mosar Faria Botelho. UFPR.

Resumo: A classificação digital de imagens de sensoriamento remoto tem ganhado, nas últimas décadas, reconhecimento como técnica para suprir a escassez dos mapeamentos temáticos. Atualmente, novos sensores, com maior resolução espacial, encontram-se disponíveis no mercado, aumentando o potencial uso de imagens de satélite. No entanto, estas novas imagens demandam novas técnicas de análise, pois oferecem um maior grau de detalhe, o que possibilita a identificação de objetos em função de suas propriedades espectrais e espaciais. Ao mesmo tempo, novos dados espaciais vem sendo coletados por sensores aerotransportados, como os dados do laser scanner. Estes dados altimétricos representam uma característica particular dos objetos presentes na superfície da Terra, sua elevação, o que os torna uma informação complementar valiosa na análise de imagens de sensoriamento remoto. O presente estudo aborda o tema da integração de dados derivados de um levantamento laser scanner com imagens de satélite de alta resolução espacial, Quickbird, para o mapeamento de áreas urbanas. Para isto, uma metodologia orientada à análise de regiões na imagem é proposta. Inicialmente, o ganho obtido com a inclusão dos dados do laser scanner é comparado com o ganho resultante do uso de parâmetros espaciais derivados das imagens, através da análise da separabilidade das classes e a classificação de áreas de treinamento. Os resultados mostram que a contribuição da informação altimétrica é muito maior do que aquela atribuída aos descritores de forma. Em uma segunda fase, a utilização de redes neurais artificiais como ferramenta para a integração dos dados espectrais e espaciais foi avaliada, sendo que esta metodologia comprovou ser mais eficiente do que outras abordagens tradicionais. O uso de redes neurais e os dados do laser scanner aumentam a qualidade do mapa temático em regiões onde a informação espectral não é suficiente para discriminar objetos diferentes (Botelho, 2004).

- **A qualidade cartográfica dos resultados do laserscanner aerotransportado.**
[tese]. Maria Cecília Bonato Brandalize Fpolis, 2004. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Resumo: O presente trabalho de pesquisa objetivou desenvolver um método de avaliação e análise da qualidade cartográfica dos produtos obtidos de levantamentos que empregaram, durante o ano de 2002, a técnica da varredura laser aerotransportada. Estes levantamentos foram realizados em diversas regiões do território brasileiro e, devido à recente introdução dos sistemas de varredura laser (laser scanner) aerotransportados no mercado nacional, surgiu a necessidade de investigar os resultados obtidos do seu emprego na Cartografia. O método desenvolvido e empregado para avaliar e analisar tais resultados tem como base comparações entre nuvens de pontos, feições e grades regulares obtidas daqueles

levantamentos e de outros convencionalmente utilizados (topográficos, geodésicos e/ou fotogramétricos). Os resultados obtidos dos levantamentos que empregaram a técnica de varredura laser aerotransportada foram descritos levando-se em consideração as características do relevo, a densidade das edificações e a densidade e tipo de cobertura vegetal das áreas varridas, bem como, os parâmetros programados para cada varredura. Das comparações entre os conjuntos de pontos, feições ou grades disponibilizados resultaram estatísticas que foram computadas de acordo com as especificações de qualidade impostas pelo Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) constante do Decreto ¹ 89.817/84 em vigor. Da análise estatística concluiu-se que os resultados gerados do emprego da técnica de varredura laser aerotransportada atendem às especificações de qualidade do referido padrão.

A potencialidade das imagens de alta resolução espacial para a cartografia cadastral.

As novas tecnologias – GPS e as imagens de satélites multisensores de alta resolução - demonstram potencialidade para o mapeamento cadastral, pois já se obtém dados com resolução espacial cada vez maior, aproximando-se, assim, das resoluções obtidas com as imagens de scanners aéreo transportáveis.

A integração dos dados contidos num SIG com os dados obtidos pelo sensoriamento remoto é cada vez maior, face às novas tecnologias de processamento das imagens de alta resolução orientada ao objeto, até então baseadas no procedimento metodológico com relação ao menor elemento que é o *pixel*. Por exemplo: com base numa segmentação prévia, os objetos são classificados por um procedimento de lógica *fuzzy* por meio de características descritoras, que permite extrair informações e dados de sensoriamento remoto com resolução extremamente elevada e contornar alguns dos problemas, tais como: os devidos à elevada variância espectral dos níveis de cinza dentro dos objetos e também as suas transformações para as escalas usuais da cartografia cadastral.

Na situação atual, para o cadastro geométrico, as imagens de alta resolução espacial têm uma importância relativa, visto que a definição das parcelas exige uma escala maior e uma precisão centimétrica (espaço urbano) ou métrica (espaço rural), que pode ser obtida facilmente pelos métodos topográficos e geodésicos tradicionais, com custos menos onerosos. Entretanto deve-se ressaltar a sua importância para a precisa definição dos limites das parcelas de difícil acesso presencial.

O cadastro jurídico será beneficiado na razão direta da melhoria da definição e da atualização dos dados das parcelas no cadastro geométrico.

Para o cadastro temático e cadastro ambiental, as imagens de alta resolução espacial tendem a contribuir de maneira mais significativa, pois a metodologia de classificação de imagens orientada ao objeto atende melhor seus objetivos, com mais precisão na caracterização dos componentes ambientais.

Dependendo da relação custo/benefício, a utilização de imagens de alta resolução espacial – por exemplo: visando a detecção de áreas modificadas de grandes cidades que sofrem grandes fluxos migratórios numa dinâmica que dificulta os trabalhos de atualização do mapa cadastral - contribuirá para a edição de uma base de dados, permitindo que aquelas áreas sejam cartografadas periodicamente. Neste caso os alvos seriam os registros de novos loteamentos com seus arruamentos, novas construções de casas, prédios industriais, etc.

Outra situação onde se pode obter bons resultados é no cadastro multifinalitário quando do cadastramento de elementos da rede de infra-estrutura urbana pertencente a componentes dos sistemas de água, esgoto, rede elétrica, telefônica, etc.

A maior aproximação do SIG com o Sensoriamento Remoto responderá com maior precisão aos problemas cadastrais permitindo uma melhor qualidade na atualização dos dados dos mapas digitais, com relação ao imageamento tradicional. Mas, na situação atual, fica-se na expectativa de que novos programas de satélite sejam disponibilizados, aumentando a concorrência no mercado e possibilitando preços mais acessíveis à realidade dos nossos municípios.

Conclusão

As metodologias de processamento e de interpretação de imagens de alta resolução espacial têm evoluído com a aplicação de novas técnicas de classificação, como a classificação orientada ao objeto. Com o aumento qualitativo e quantitativo das informações originárias dessas imagens observa-se a importância e a necessidade de um melhor aproveitamento na disseminação dessas precisas informações. Assim, por ser a cartografia, de forma geral, a ciência que tem por finalidade a descrição das parcelas terrestre, verifica-se o estreitamento dessas duas ciências. Busca-se, então, o desenvolvimento de tecnologias que

permitam esse estreitamento e, assim, tornar as imagens de alta resolução espacial uma importante fonte de informação para a melhor definição, elaboração e atualização de mapas cadastrais.

Referências

BOTELHO, Mosar Faria. Aplicação de Redes Neurais na Classificação de Imagens de Alta Resolução Espacial e Dados do Laser Scanner, Usando uma Abordagem Orientada a Regiões. **Boletim Ciência Geodésica, seção resumos**, v.10, nº 1, p.115-116, Jan. – Jun 2004. <http://>

BRANDALIZE, Maria Cecília B. **A qualidade cartográfica dos resultados do laserscanner aerotransportado**. Florianópolis, 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina. <http://150.162.90.250/teses/PECV0307.pdf>, acessado em 17/05/2006.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Cadastro multifinalitário como instrumento da política fiscal e urbana** / Organizadores: Diogo Alfonso Erba [et al] – Rio de Janeiro, 2005. 144 p.

GARCIA, José A. G. **The use of orthophotographic techniques in a modern cadastre including a data bank. In Cadastre various functions, characteristics, techniques and the planning of a land records system**. CANADA, National Council, 1974.

GILBERT, C., Evaluating the cost of GPS data. **Collection, Mapping Awareness**, reimpresso pela Trimble Inc., 1999.

HOCHHEIM, Norberto. **Um método para análise probabilística da viabilidade econômica do cadastro técnico urbano**. Florianópolis. UFSC. Tese para concurso de professor Titular, dez. 1993, 84 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL. Tutorial do Spring. www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html Acessado na Internet em 05/05/2006

ORTH, Dora M., ARAUJO, Rita D., GUEDES, A. **Novas tecnologias para a gestão do espaço urbano**. In: ENTAC 2000, Salvador BA:2000. v.07 p.75-85.

Sensoriamento Remoto e SIG: novos sistemas sensores: métodos inovadores/versão brasileira atualizada organizada por Thomas Blaschke & Hermann Kux – S.Paulo:Oficina de Textos, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Departamento de Engenharia Civil. GEAP. **Cadastro multifinalitário** Organizador: Norberto Hochheim, 2003.

VARGAS, R.M.A. et al., **Análise da Aplicação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) em Levantamento Topográfico de Vias Urbanas**. In: COBRAC 2002. **Anais**. Florianópolis, 2002.

ZANIN, R.B., Dal POZ, Aluir P. Metodologia Automática para Extração de Cruzamento de Rodovias em Imagens de Alta Resolução. **Revista Brasileira de Cartografia** n. 55/2002.

[01] (http://www.ofitexto.com.br/livros_detalhe.php?id=331, acessado em 22/04/2006).