

Revista Brasileira de Cartografia (2012) N<sup>o</sup> 64/2: 149-158  
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto  
ISSN: 1808-0936

## OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS DE DETECÇÃO DE ALTERAÇÕES APLICADOS AO CADASTRO IMOBILIÁRIO

*Change Detection Processes Optimization Applied to Cadastre*

**Guilherme Henrique Barros de Souza<sup>1</sup>, Amilton Amorim<sup>2</sup>  
& Júlio Kiyoshi Hasegawa<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista – UNESP**  
**Campus Experimental de Rosana**  
Avenida dos Barrageiros 1881, - 19274-000 – Rosana – SP  
guilhermebarros@rosana.unesp.br

**<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista – UNESP**  
**Faculdade de Ciências e Tecnologia**  
**Pós-Graduação em Ciências Cartográficas**  
Rua Roberto Simonsen, 305 – 19060-900 – Presidente Prudente – SP  
amorim@fct.unesp.br, hasegawa@fct.unesp.br

*Recebido em 31 Outubro, 2010/ Aceito em 27 Janeiro, 2011*  
*Received on October 31, 2010/ Accepted on January 27, 2011*

### RESUMO

A implantação de sistemas cadastrais multifinalitários urbanos é conhecida como uma atividade altamente onerosa devido ao volume de dados coletados para se atender às diversas áreas da administração municipal. Embora essencial, a atualização desses dados torna-se também um problema, visto que em muitos casos praticamente realiza-se um recadastramento total do município, gerando altos custos e contribuindo para que a atualização em curtos períodos de tempo seja descartada, levando a administração municipal a trabalhar com dados desatualizados. Esse trabalho apresenta uma técnica de atualização, usando os conceitos existentes sobre a manipulação de imagens e banco de dados. A partir de informações sobre edificações contidas em um banco de dados cadastral, foram utilizados algoritmos de detecção de alterações entre imagens de épocas diferentes para avaliar as mudanças de área construída de cada imóvel de forma semi-automática, comparando área encontrado pelo processo detecção de alterações com o valor armazenado no banco de dados. Caso a alteração encontrada seja, relevante, a inscrição do imóvel cadastrado em questão é separada para atualização em campo. Experimentos em duas áreas teste da cidade de Presidente Prudente mostraram uma redução de 70% no tempo utilizado para atualização dos atributos dos imóveis comparados com métodos convencionais, reduzindo também os custos operacionais da atualização, corroborando a eficiência do método na atualização de dados cadastrais.

**Palavras chaves:** Sistemas Cadastrais, Atualização Cadastral, Detecção de alterações, Banco de dados Cadastrais.

### ABSTRACT

The implantation of multipurpose urban cadastral systems is known as an activity highly onerous due the data volume collected to support the several areas of the municipal administration. Although to be essential, the updating of those

data becomes also a problem, because in many cases practically carry out a new cadastral surveying of the municipal district, that generate high costs and it contributes by updating in short periods of time not be accomplished, that lead the municipal administration to work with obsolete data. This work presents a new updating technique, using the existent concepts in manipulation of images and database. After of the application change detection algorithms to evaluate the value changes of built area of each property in a semiautomatic way, it was used the cadastral database to verify if the change detected is relevant for a new cadastral surveying. In case the change to be relevant, it is separated the cadastral inscription in subject so that together with other properties of the same area they to be registered. Experimental results form real data allow observing that was obtained a considerable reduction of the time spent in the cadastral updating at the used areas test, consequently with reducing costs.

**Keywords:** Cadastral systems, Cadastral updating, Change detection, Cadastral database.

## 1. INTRODUÇÃO

A grande maioria dos municípios brasileiros depende da arrecadação de tributos imobiliários para financiar os projetos de interesse público e dar suporte a projetos de todas as áreas da administração pública como educação, saúde, transporte, lazer, obras e outros. Nesse aspecto, o cadastro técnico multifinalitário torna-se ferramenta fundamental para o planejamento urbano, gerenciando a arrecadação de tributos imobiliários e fornecendo os dados de demanda a partir do banco de dados cadastral existente.

A visão errônea de que uma política cadastral adequada é um gasto desnecessário só será mudada quando as administrações municipais entenderem que o financiamento de uma campanha de implantação ou atualização cadastral, é um investimento de alto retorno para o município, pois proporciona não apenas uma boa arrecadação, mas um diagnóstico para que políticas de desenvolvimento sustentável possam ser desenvolvidas. Vaz (1997) já afirmava que a atual conjuntura tecnológica permite que as prefeituras invistam em projetos cadastrais e de geoprocessamento, pois o custo dos preços de equipamentos tem caído drasticamente ao longo dos anos.

Novas possibilidades também têm sido apresentadas com a inclusão de softwares livres para o gerenciamento de informações e disponibilização das informações via internet como o *DRUPAL* e o *MapServer*. Esses mecanismos atuam no sentido de baratear custos não só da implantação ou atualização cadastral, mas da informatização da prefeitura como um todo.

Muitas das soluções existentes no contexto brasileiro para sistemas cadastrais são altamente complexas e conceitualmente falhas, pois envolvem abordagens de geoprocessamento sem considerar

o cadastro, tornando-se onerosas e sem uso conforme o passar do tempo. Além disso, as campanhas de atualização cadastral tornam-se um novo cadastro, o que acarreta redundância de dados e má gestão dos recursos disponíveis.

Assim, o trabalho aqui apresentado traz uma abordagem de atualização cadastral através da integração entre imagens e banco de dados, tendo como objetivo a rapidez na atualização cadastral, bem como a redução de custos no processo como um todo.

## 2. DETECÇÃO DE ALTERAÇÕES E ATUALIZAÇÃO CADASTRAL

Desde os primórdios da civilização, a delimitação de um território é inerente ao pensamento humano, seja por conflitos, acordos mútuos, ocupação ou simplesmente aplicação de leis estabelecidas. (LARSSON, 1991).

Nesse sentido, entender o histórico do Cadastro é importante para verificar os conceitos estabelecidos. Williamson (2001) mostra que a propriedade assume diferentes significados ao longo do tempo e principalmente do período pós-guerra aos dias atuais, estabelecendo os atuais conceitos de Cadastro.

Para Philips (1996), o CTM trata-se de um sistema de banco de dados distribuídos (suplementos multifinalitários ou multifuncionais), com um núcleo que é o Cadastro básico de bens imobiliários ou base cadastral, sendo que esta base se compõe de:

- Carta de Cadastro imobiliário: base gráfica que representa a situação geométrica de uma propriedade em relação a outras propriedades em escala adequada;
- Base métrica: registro do levantamento técnico em forma de medições, cálculos, listas de coordenadas, arquivos de croquis, demarcação

parcelar, amarrado à Rede de Referência Cadastral Municipal;

- Registro de parcelas: registro público das parcelas e dos lotes com os atributos mais importantes;
- Proprietários e direitos: registro legal de proprietários e obrigações do Registro Geral de Imóveis.

Diante desse contexto, é fundamental que o Cadastro esteja atualizado para representar fidedignamente o contexto de interesse seja urbano, ou rural. A busca por ferramentas que auxiliem a atualização das informações do Cadastro tem sido tema pesquisa em muitos lugares. Amorim (2000) destaca o uso de imagens de épocas diferentes para esse fim com importantes resultados.

A detecção de alterações entre imagens de épocas diferentes é algo amplamente utilizado nas mais diversas áreas do conhecimento, como medicina, sensoriamento remoto, construção civil, sistemas de navegação entre outros (RADKE et al, 2005).

Em sensoriamento remoto, a detecção de alterações envolve um par de imagens devidamente registradas entre si, da mesma área geográfica, onde o objetivo principal é identificar as mudanças de cobertura vegetal entre duas épocas (BRUZZONE; PRIETO, 2000). Aplicações interessantes da detecção de alterações são encontradas na visão computacional como interfaces inteligentes, monitoramento de tráfego de veículos, segmentação de objetos móveis (MILLER; PIKAZ; AVERBUCH, 2005).

Olsen et al (2002) afirma que a tarefa de detecção de alterações para fins de mapeamento não é uma das mais fáceis. Mesmo tendo-se a intenção de obter as imagens de interesse na mesma época do ano e tentar encontrar as mesmas condições, é praticamente impossível de conseguirlo.

Além das condições climáticas e fenômenos naturais que podem ocorrer no intervalo de uma época a outra, as imagens produzidas em geral não possuem os mesmos parâmetros de orientação, podendo ocorrer ainda regiões que não apareçam em todas as imagens que se deseja comparar. Porém, o maior problema encontra-se mesmo na diferença de sazonalidade na tomada das imagens.

Sendo o contexto urbano sujeito à alterações periodicamente, a desatualização das informações

nos mapas e nos bancos de dados da administração pública torna-se inevitável. Dispor de informações atualizadas é premissa primordial para um bom planejamento urbano. Nesse aspecto, o uso de imagens de alta resolução espacial, sejam elas aéreas ou orbitais, permite que os mapas sejam atualizados e/ou novos mapas sejam gerados. Com as informações espaciais atualizadas, os atributos correspondentes e que sejam de interesse podem ser atualizados, o que significa ter a realidade modelada de maneira mais fidedigna.

Embora o mapeamento seja ferramenta fundamental no processo de tomada de decisões na administração pública, a sua existência ainda é muito escassa. De acordo com IDB (International Database) 72 % dos municípios de toda a América Latina não possuem mapas de sua jurisdição em papel e nem em meio digital (COHEN 2000).

Este fato impacta fortemente o contexto urbano, pois o dinamismo das alterações cria cenários diferentes a todo o momento, devido a diversos fatores tais como novos loteamentos, construção de edificações, canalização de cursos d'água, entre outros. Todas essas alterações devem ser contempladas nos documentos que representamos dados do município, tanto na forma analógica quanto na digital.

A premissa básica do método proposto é o aumento da eficiência do processo de atualização do sistema cadastral urbano, através da redução de tempo e conseqüentemente do custo, proporcionando melhores condições para que as prefeituras possam realizar este tipo de ação com mais freqüência. Assim, – a premissa para qualquer algoritmo é melhorar eficiência e menor custo. – não é melhor colocar a integração de dados de forma a otimizar o processo de atualização.

Para que o objetivo fosse alcançado, propôs-se o desenvolvimento de uma técnica que prevê a detecção das edificações que sofreram alterações significativas em sua área construída nos últimos anos ou de novas edificações que tenham surgido.

O enfoque principal foi tentar aperfeiçoar os processos semi-automáticos de detecção das alterações de área construída e geração de boletins de informações cadastrais de cada imóvel identificado de modo integrado, indicando para o levantamento das informações em campo apenas os imóveis com alteração significativa.

Para isso foi necessário implementar um aplicativo que promova a integração de algoritmos que manipulem as imagens, e de outros que possam fornecer a identificação cadastral e permitam a geração dos boletins de informação cadastral.

Cabe ressaltar que foi desenvolvido um trabalho cujo objetivo principal era realizar um estudo de viabilidade, para permitir traçar as estratégias para a execução da referida integração dos sistemas, que permita uma identificação semi-automática dos imóveis, o qual foi denominado Módulo de Identificação de Imóveis com Alteração (MIIA). Esse aplicativo realizava a integração da imagem fusionada com o banco de dados (AMORIM E SOUZA, 2005).

Para se atingir o objetivo proposto foram utilizados algoritmos de detecção de alterações que permitam visualizar as alterações de área construída dos imóveis. Os algoritmos utilizados para a detecção foram o de subtração de imagens e o modelo anaglifo proposto por Amorim (2000) no chamado Sistema de Atualização de Mapeamento (SAM).

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O cálculo de área aproximada da alteração é feito de duas maneiras: por contagem de pixels, e utilizando a fórmula de Gauss usando as coordenadas dos vértices das alterações de um polígono. Não existe legislação específica de Cadastro que defina em qual superfície deve ser encontrado o valor de área da edificação. Como o intuito do trabalho é utilizar o valor de área encontrado apenas como um indicativo de alteração é possível utilizar o valor de área na projeção UTM sem maiores danos ao processo de atualização cadastral.

Para realizar a contagem de pixels, foi utilizado um algoritmo que percorra a imagem ou segmentos dela que contenham as alterações endereçando os pixels e isolando as regiões homogêneas encontradas. Sendo disponível o tamanho do pixel e a quantidade de pixels que estão contidos nas regiões, é possível determinar o valor de aumento ou decréscimo de área construída de um imóvel. Com as coordenadas dos pixels no espaço imagem e juntamente com os parâmetros de transformação entre os sistemas de coordenadas do espaço imagem e o sistema de coordenadas do espaço objeto, é realizada a busca no banco de

dados do lote mais próximo da alteração que foi encontrada.

Encontrado o valor da área de alteração é efetuada uma consulta no banco de dados cadastral sobre o antigo valor de área do imóvel em questão. Essa consulta só é possível quando houver na tabela de caracterização do lote as informações do par de coordenadas central do lote no sistema de coordenadas de referência utilizado. Como a imagem deve estar no mesmo sistema de coordenadas de referência que as coordenadas armazenadas no banco de dados, armazenam-se as coordenadas da alteração e se consulta o banco de dados para saber qual o imóvel mais próximo da alteração encontrada.

Optou-se pelo par de coordenadas do centro do lote, visto que em geral as construções se encontram principalmente nessa região, e o raio de busca permite encontrar a alteração que está agregada à construção já existente. Também vale ressaltar que a obtenção do par de coordenadas do centro do lote é mais rápida do que a dos vértices do lote, o que também exigiria uma precisão maior.

Foi definido um limiar para verificar se o valor de área encontrado é relevante para que seja realizada uma atualização. Isso porque podem ocorrer resíduos na imagem e erros eventuais dos algoritmos. O limiar foi determinado de forma empírica. Isso porque teve que ser efetuada uma investigação sobre como se comportam as edificações que apresentarem os beirais. Com os algoritmos de detecção de alterações poderá se perceber um contorno em volta da construção principal. Esse problema também será visto quando o tipo de cobertura da edificação mudar, produzindo uma resposta espectral na imagem recente diferente da resposta espectral da imagem antiga.

Os dois algoritmos de detecção de alterações utilizados são de abordagem baseadas no valor de tom de cinza do pixel (*Pixel-Level Change Detection - PLCD*) com acréscimo dos conhecimentos contidos no banco de dados. Após essa etapa, parte-se para uma abordagem de características (*Feature-Level Change Detection - FLCD*). O aplicativo resultante foi denominado Módulo de Cálculo de Alterações (MCA).

A partir dessa identificação, gera-se um relatório com uma lista de imóveis, com necessidade de atualização cadastral. Com os dados obtidos



no relatório, o Boletim de Informação Cadastral dos imóveis que sofreram alterações é gerado. Esse procedimento permite que se façam missões locais de cadastramento, reduzindo significativamente o custo desta operação.

Para testar a eficiência das rotinas implementadas, inicialmente pretende-se executar um levantamento cadastral em uma área teste que possua uma fotografia aérea antiga, cadastrando apenas os imóveis que constem desta fotografia.

Após esse processo, realizar a detecção de alterações a partir da imagem mais recente que sejam significativas. Estimar qual o tempo gasto para o recadastramento dos imóveis com alteração e a possível redução econômica provocada pelo método.

### 3.1 Área de estudo

A área de estudo deste trabalho encontra-se na cidade de Presidente Prudente, localizado na região oeste do estado de São Paulo. As imagens disponíveis contemplam as imediações da FCT/UNESP no bairro Jardim das Rosas, mostrada na Figura 1, e também áreas próximas ao cemitério São João Batista e à Rodovia Raposo Tavares SP-270 no bairro Jardim dos Pinheiros mostrada na Figura 2. A escolha dessas áreas deu-se ao fato da disponibilidade de imagens dessas regiões e também por serem áreas consolidadas dentro do município, ou seja, que não sofrem alterações significativas ao longo do tempo. Foram utilizadas imagens aéreas de dois vôos aéreos realizados em 2003 e 2005.

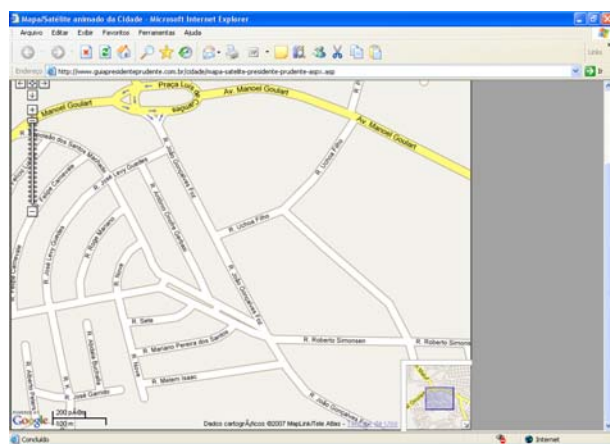


Fig. 1 - Área teste 1 - Jardim das Rosas (Centro da Imagem: LAT -22°07'13"; LON -51°24'34") Fonte: www.maps.google.com

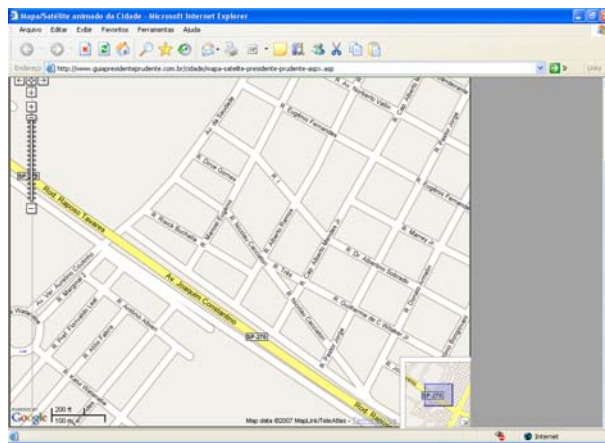


Fig. 2 - Área teste 2 Jardim Pinheiros (Centro da Imagem: LAT -22°08'26"; LON -51°24'24"). Fonte: www.maps.google.com.

### 3.2 Cálculo das alterações

Para o cálculo de área através da fórmula de Gauss, é utilizado o modelo anaglifo gerado pelo SAM ou pelo MIIA. Como as imagens são projetadas em uma grade regular, é necessária uma nova transformação de parâmetros para o modelo anaglifo a partir das coordenadas de pontos homólogos nos cantos das imagens. Isso pode ser contornado acrescentando-se a um arquivo externo o par de coordenadas no sistema de referência do espaço objeto correspondente ao primeiro pixel, desde que se saiba o tamanho do pixel. Contudo, como as imagens não são ortorretificadas, mesmo esse procedimento não será suficientemente, ocorrendo deslocamento em algumas feições na imagem.

Após a importação do arquivo de pontos de apoio, faz-se a coleta dos pontos na imagem, tendo como resultado a tela mostrada na Figura 3 para que se possa realizar uma transformação afim bidimensional compatibilizando o sistema de coordenadas. Optou-se pela afim bidimensional pela facilidade de cálculos e porque a qualidade não melhoraria significativamente.

Concluído o processo de registro de imagens, o usuário já pode coletar as coordenadas dos vértices das alterações ressaltadas pelo modelo anaglifo gerado, bastando clicar com o mouse sobre elas. Quando acionado o botão para fechar o polígono como é mostrado na Figura 4, a área da alteração é calculada pela fórmula de Gauss, e um arquivo texto temporário é gerado, onde estão



Fig. 3 - Aquisição de pontos imagem para transformação.

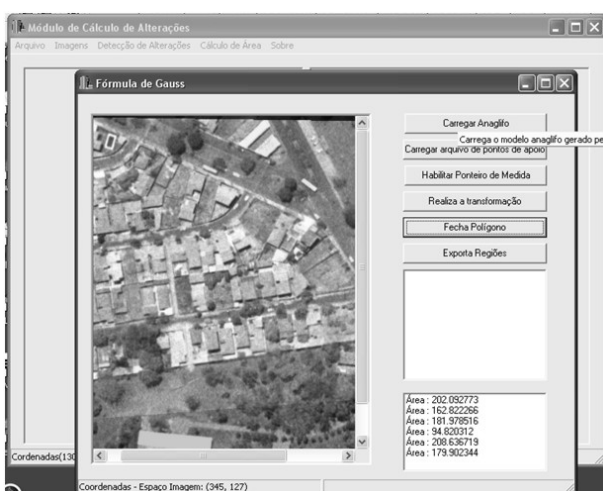


Fig. 4 - Cálculo das áreas das alterações.

gravadas as coordenadas dos vértices da alteração, como mostrado na visualização do arquivo texto pelo bloco de notas na Figura 5. Esse arquivo é utilizado depois para a consulta no banco de dados.

#### 4 RESULTADOS

Para a área teste 1 (Figura 6), os valores de área construída que foram encontrados para as alterações detectadas estão apresentados na Tabela 1. O critério adotado para o estabelecer o limiar de relevância, foi se alteração era superior a 10% do valor da área cadastrada no banco de dados. Caso fosse positivo, o imóvel é separado para levantamento das informações.

Como pode ser constatado, 19 dos 100 imóveis da área teste selecionada apresentaram alterações relevantes no valor de área construída. A relevância se dá verificando se o valor da área encontrada no modelo anaglifio é maior que 10%

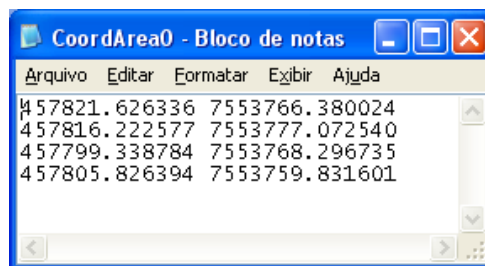


Fig. 5 - Arquivo texto para conferência das coordenadas e consulta ao banco de dados.



Fig. 6 - Modelo anaglifio da área teste 1 – Imóveis com acréscimo de área construída aparecem em regiões com predominância de vermelho

do valor da área armazenada no banco de dados cadastral.

Observa-se que na inscrição cadastral 01021701 há uma alteração maior do que o valor de área cadastrado. Isso ocorre porque no banco de dados cadastral estão armazenadas as informações de área da edificação principal do lote e o valor da alteração encontrada pelo método é da denominada área de dependências, ou seja, das áreas que mesmo não sendo a construção principal, fazem parte da área construída total (áreas de serviço separadas da casa, edículas, dentre outros).

Já para a Área teste 2 (Figura 7), os valores de área construída que foram encontrados para as alterações detectadas estão apresentados na Tabela 2. Não foi possível obter maiores informações de área construída para a área teste 2.

No caso da área teste 2 não houve muitas alterações, embora existam terrenos vazios que



Tabela 1. Valores de Área Obtidos pela Fórmula de Gauss para Área Teste 1.

| Inscrição Cadastral | Área Construída Cadastrada (m <sup>2</sup> ) | Área Construída Detectada (m <sup>2</sup> ) | Relevância |
|---------------------|--|---|------------|
| 1010201             | 0  | 208.28                                      | Sim        |
| 1020101             | 0  | 277.93                                      | Sim        |
| 1020701             | 0  | 107.07                                      | Sim        |
| 1020702             | 0  | 107.75                                      | Sim        |
| 1020703             | 0  | 107.49                                      | Sim        |
| 1021701             | 183,45                                       | 62.58                                       | Sim        |
| 1022001             | 0  | 84.14                                       | Sim        |
| 1022101             | 0  | 206.04                                      | Sim        |
| 1031001             | 0  | 143.36                                      | Sim        |
| 1031101             | 0  | 201.72                                      | Sim        |
| 1031401             | 0  | 142.93                                      | Sim        |
| 1040401             | 0  | 176.90                                      | Sim        |
| 1040701             | 82,61  | 131.38                                      | Sim        |
| 1041901             | 0  | 239.67                                      | Sim        |
| 1050601             | 0  | 196.66                                      | Sim        |
| 1060201             | 0  | 152.90                                      | Sim        |
| 1061001             | 0  | 140.06                                      | Sim        |
| 1061301             | 0  | 300.60                                      | Sim        |
| 1070301             | 0  | 109.86                                      | Sim        |

Tabela 2. Valores de Área Obtidos pela Fórmula de Gauss para Área Teste 2.

| Inscrição Cadastral | Área Construída Cadastrada (m <sup>2</sup> ) | Área Construída Detectada (m <sup>2</sup> ) | Relevância |
|---------------------|--|---|------------|
| 2022301             | 0  | 318.03                                      | Sim        |
| 2044801             | 0  | 480.01                                      | Sim        |

ainda podem ter alguma alteração significativa daqui a algum tempo. As Figuras 6 e 7 representam, como já dito, as áreas com alterações. As regiões com predominância de vermelho são as áreas com alterações com aumento de área construída. As regiões em ciano predominante representam ou áreas que tiveram alterações com redução de área construída ou regiões sem correspondência nas duas imagens. Há um problema de radiometria entre as duas imagens, por isso o tom de cinza nas áreas sem alteração tem aspecto azulado ou avermelhado.

Após o aplicativo executar os processos de detecção de alterações e cálculo de área, é realizada

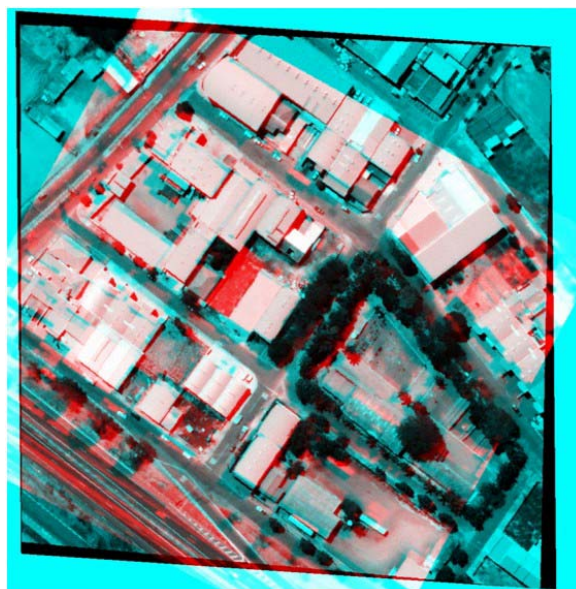


Fig. 7 - Modelo anaglifo da área teste 2. - Imóveis com acréscimo de área construída aparecem em regiões com predominância de vermelho.

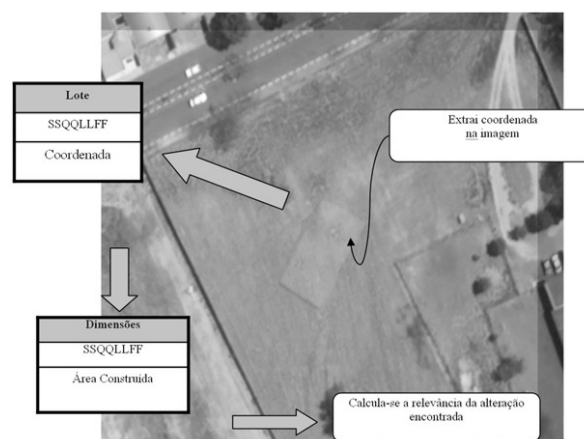


Fig. 8 – Processo de Consulta ao banco de Dados.

a consulta ao banco de dados cadastrais para verificar a relevância das alterações encontradas. O processo de consulta ao banco de dados é ilustrado pela Figura 8 a seguir.

Conforme ilustra a Figura 8 a partir das coordenadas obtidas através da imagem, encontra-se a inscrição cadastral do lote que possui o par de coordenadas central mais próxima dos pares de coordenadas dos vértices das alterações detectadas.

Tendo a inscrição cadastral, utiliza-se novamente a consulta SQL para encontrar o valor de área construída armazenada no banco de dados cadastral. De posse do valor armazenado de área do imóvel, é feita a comparação esse com o valor calculado pela fórmula de Gauss e crescimento de

regiões. Caso o valor encontrado seja acima de 10% do valor cadastrado no banco de dados, considera-se relevante a alteração detectada. Para uma melhor eficiência do método e menor custo computacional, o cálculo é feito a cada vez que se encontra uma alteração, a fim de se eliminar os arquivos temporários que armazenam as coordenadas dos vértices das regiões alteradas.

#### 4.1 Análise de custo e tempo

Depois de realizadas todas as etapas, fez-se a análise do tempo despendido para a atualização cadastral. Levou-se em conta o tempo de preparo dos boletins de informação cadastral, bem como o controle de qualidade após cada etapa de levantamento, pois esse tempo é igual em qualquer metodologia, exceto quando se usa a metodologia com leitura óptica dos boletins de informação cadastral (AMORIM et al, 2004a). Assim, esse valor de tempo entra na análise de custo e tempo, mas o principal foco aqui está no tempo gasto em todas as etapas no que se refere à quantidade de imóveis a serem atualizados.

Os resultados para as duas áreas teste são apresentados nas Tabelas 4 e 5 a seguir, comparando alguns métodos e suas combinações para a atualização cadastral. A tabela 3 detalha os métodos utilizados no trabalho para melhor compreensão das tabelas 4 e 5.

Tabela 3. Descrição dos Métodos Utilizados.

| Método Utilizado | Descrição                       |
|------------------|---------------------------------|
| M_1              | Convencional                    |
| M_2              | Convencional + Leitura Ótica    |
| M_3              | Deteção de alterações (DA)      |
| M_4              | DA + Leitura Ótica              |
| M_5              | DA + Relevância                 |
| M_6              | DA + Relevância + Leitura Ótica |

Tabela 4 - Área teste 1 – Jardim das Rosas.

| Método | NI  | NIA | NID | NIL | TGBD (min) | TM (min) |
|--------|-----|-----|-----|-----|------------|----------|
| M_1    | 100 | 19  | 19  | 100 | 6          | 2.600    |
| M_2    | 100 | 19  | 19  | 100 | 0,017      | 2.001,70 |
| M_3    | 100 | 19  | 19  | 19  | 6          | 494      |
| M_4    | 100 | 19  | 19  | 19  | 0,017      | 380,323  |
| M_5    | 100 | 19  | 19  | 19  | 6          | 494      |
| M_6    | 100 | 19  | 19  | 19  | 0,017      | 380,323  |

onde:

NI é o número total de imóveis da área teste;

NIA é o número de imóveis com alterações de área construída;

NID é o número de imóveis onde foram detectadas alterações de área construída;

NIL é o número de imóveis a serem levantados em campo;

TGC é o tempo gasto por imóvel no levantamento de campo;

TGBD é o tempo gasto por imóvel na entrada de dados para a atualização do banco de dados cadastral;

TM é o tempo total gasto pelo método empregado.

Tabela 5 - Área teste 2 – Jardim dos Pinheiros.

| Método | NI | NIA | NID | NIL | TGBD (min) | TM (min) |
|--------|----|-----|-----|-----|------------|----------|
| M_1    | 50 | 2   | 2   | 50  | 6          | 1.300    |
| M_2    | 50 | 2   | 2   | 50  | 0,017      | 1.000,03 |
| M_3    | 50 | 2   | 2   | 2   | 6          | 52       |
| M_4    | 50 | 2   | 2   | 2   | 0,017      | 40,034   |
| M_5    | 50 | 2   | 2   | 2   | 6          | 52       |
| M_6    | 50 | 2   | 2   | 2   | 0,017      | 40,034   |

Comparando-se os resultados pode-se observar que há uma redução bastante considerável no tempo de levantamento em campo, considerando as duas abordagens de levantamento, ou seja, convencional e usando detecção de alterações. Ainda, se for acrescido os procedimentos metodológicos na proposta efetuada por Amorim et al (2004a), que utiliza a inserção automática de dados através de leitura óptica, a variável tempo sofre uma redução ainda maior nas campanhas de atualização cadastral. Salienta-se que o método não substitui o levantamento em campo, mas sim identifica quais imóveis precisam ser levantados.

Quando se acrescenta os tempos de preparação dos boletins, separação, preenchimento de informações básicas como localização do imóvel, matrícula dentre outras; e ainda o tempo gasto para a verificação das informações contidas no boletim, tem-se uma idéia real do tempo gasto na atualização cadastral. Em campo, nas áreas estudadas, houve uma redução significativa de tempo, o que implica uma redução de custos.

A partir de algumas informações obtidas com empresas, estima-se que o custo de uma atualização



cadastral é de R\$ 16 a R\$ 20 por imóvel. Usando um valor médio a partir desses valores nas áreas testadas no trabalho, tem-se o quadro descrito na Tabela 6.

Como fica evidente, há uma significativa redução de custos no processo de atualização cadastral quando se usa o processo de detecção de alterações, em áreas já consideradas consolidadas no espaço urbano. Isso demonstra que podem ser alcançados melhores resultados no processo de atualização cadastral de um município, concentrando os esforços em regiões que haja expansão urbana e alocando recursos (humanos, financeiros e logísticos) de forma otimizada, conseguindo sempre um sistema cadastral eficiente e atual para os diversos fins que a administração pública necessita.

Observando a Tabela 7 verifica-se que o método de detecção de alterações por anaglifo realça bem as alterações, quase sem erros, visto que dependendo das condições das imagens utilizadas, o vermelho pode ser realçado ainda mais. Além disso, a avaliação visual do resultado permite que o usuário descarte regiões que aparentem ser alterações, mas não são.

Analisando os dados de redução de tempo e custos, pode-se afirmar que o método aqui proposto é eficaz e permite uma otimização de recursos econômicos para a administração municipal, bem como propicia um cenário favorável a campanhas periódicas de atualização cadastral, o que sem dúvida permitirá um melhor planejamento das ações de ordenamento urbanístico.

## 5 CONCLUSÕES

Em relação aos sistemas cadastrais, este trabalho baseia-se na continuação de uma metodologia proposta por Amorim et al (2004a) e Amorim e Souza (2005), levando em consideração o armazenamento das coordenadas geodésicas dos centros dos lotes.

Deve-se ressaltar que a metodologia proposta neste trabalho parte de uma realidade em que as municipalidades possuem em seu banco de dados as coordenadas do imóvel no Sistema Geodésico Brasileiro. No caso do método aqui descrito trabalhou-se com a coordenada central do lote, porém o ideal seria que todos os vértices do lote estivessem inseridos no banco de dados para que haja a possibilidade de criar relações topológicas

Tabela 6 - Custos envolvidos na atualização cadastral envolvendo cada metodologia

| Áreas   | Metodologia  | NI  | NIL | Custo por imóvel | Custo total do método |
|---------|--------------|-----|-----|------------------|-----------------------|
| Área 01 | Convencional | 100 | 100 | R\$ 18,00        | R\$ 1.800,00          |
|         | DA           | 100 | 19  | R\$ 18,00        | R\$ 342,00            |
| Área 02 | Convencional | 50  | 50  | R\$ 18,00        | R\$ 900,00            |
|         | DA           | 50  | 2   | R\$ 18,00        | R\$ 36,00             |

Tabela 7 - Comparativo de eficiência do método Anaglifo.

| Área teste | Número de alterações encontradas | Número de alterações reais | Alterações detectadas erradas |
|------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 1          | 19                               | 19                         | 0                             |
| 2          | 2                                | 2                          | 0                             |

em tempo real, usando os artifícios da linguagem SQL. Isso ajudaria principalmente os processos de subtração e segmentação de imagens, bem como minimizar os efeitos causados pela presença de edículas nos imóveis no processo de detecção de alterações.

O processo de detecção de alterações tem alcançado cada vez mais espaço nas pesquisas de atualização cartográfica e robótica. Mesmo sendo um assunto bem estudado, há uma certa lacuna de bibliografia sobre o tema, no que diz respeito às aplicações de mapeamento, principalmente metodologias que permitam uma descrição mais genérica dos processos envolvidos na detecção de alterações e avaliação dos resultados.

O presente método é eficaz para campanhas de atualização cadastral desde que não só as municipalidades, mas as empresas e todos os membros que são importantes ao CTM, mudem seus paradigmas quanto às informações que devem ser contidas no banco de dados cadastrais e os produtos a serem gerados em uma campanha cadastral. Um dos aspectos a serem mudados é o armazenamento das coordenadas do lote no sistema de referência adotado, porque este permite uma série de aplicações e consultas ao banco de dados que podem facilitar os processos de análise espacial dentro de um município. Caso contrário, vários produtos de uma campanha cadastral tornam-se supérfluos, ou seja, estão lá, mas não tem grande utilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, A. **Utilização de modelos estereoscópicos híbridos na atualização cartográfica**. 2000. 124 f. Tese (Doutorado em Transportes) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2000.
- AMORIM, A., SOUZA, G. H. B. Actualización catastral em cortos períodos de tiempo: Un problema minimizado por la evolución tecnológica. In: 6ª SEMANA GEOMÁTICA, 2005, Barcelona. **Anais 6ª SEMANA GEOMÁTICA, 2005**, Barcelona. Sensores de alta resolución y sus aplicaciones. Barcelona: Instituto de Geomática, 2005.
- BRUZZONE, L.; PRIETO, D. F. Automatic analysis of the difference image for unsupervised change detection. **IEEE Transactions on geoscience and remote sensing**, Londres, v. 38, n. 3, p.117-1182, mai. 2000.
- CARNEIRO, A. F. T., LOCH, C. Análise do cadastro imobiliário urbano de algumas cidades brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 2000, Florianópolis-SC. **Anais do COBRAC 2000 – IV Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**.
- COHEN, N. Space Imaging: Um novo paradigma da imagem. (Entrevista). **Revista InfoGeo**. n. 14, 18 p. 2000.
- MILLER, O.; PIKAZ, A.; AVERBUCH, A. Objects based change detection in a pair of gray-level images. **Pattern Recognition**, Londres, v. 38, p. 1976-1992, 2005.
- OLSEN, B. P., KNUDSEN, T., FREDERIKSEN, P. Digital Change Detection for Map Database Update. ISPRS TC II SYMPOSIUM 2002, Xi'an, China, 2002. **International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, vol. XXXIV, part 2, pp. 357—363.
- PHILIPS, J. Os dez mandamentos para um Cadastro moderno de bens imobiliários. In: **2º Congresso de Cadastro Técnico Multifinalitário**, 2. Florianópolis, 1996. Anais... p. 170 -183.
- RADKE, R. J.; Andra, S.; Al-Kofahi, O.; Roysam, B. Image Change Detection Algorithms: A Systematic Survey. **IEEE Transactions on Image Processing**, Londres, v. 14, n. 3, p. 294-307, mar. 2005.
- VAZ, J. C. **Geoprocessamento**. DICAS. 1997. Disponível em <http://federativo.bndes.gov.br> Acessado em: 19 de Dezembro de 2005.
- WILLIAMSON, I. P. The Evolution of Modern Cadastres. 2001. **New Technology for a New Century Conference, FWW2001** CD-ROM Seoul, South Korea.