

O auxílio das imagens de videografia para mapeamento de alvos urbanos¹

Andréia Medinilha Pancher¹
Maria Isabel Castreghini de Freitas²

¹ Universidade Estadual Paulista – UNESP
Av. 62A, Jd. América, CEP.: 13.506-056 - Rio Claro - SP, Brasil
medinilha@linkway.com.br

² Universidade Estadual Paulista - UNESP
Av. 24, 1515, CEP.: 13.506-900 – Rio Claro – SP, Brasil
ifreitas@rc.unesp.br

Abstract – The main objective of this research was to identify and map urban targets based on the data collected through videography images. For that purpose, a cadastral digital plan and the videography images of the planning sectors 01,09 and 10 of the Municipality of Americana, SP were used. The videography images were georeferenced with the AutoCAD 2004 program through the UTM coordinates of the corners of the blocks and inserted in the digital cartographic basis. Thus, the digitalization of the features of the 27 blocks of these analyzed sectors was performed by mapping an area of 171.022.5m² as well as measuring the area of each block in order to compare the obtained values in the digital plan to those extracted from the images. Despite the multispectral images not being metric, there was an average of 2.1% of difference in the calculated area of the two products. Therefore, videography images are a rich source of data for cartographic updating and an important tool for the urban planning.

Keywords – videografia, sensoriamento remoto, espaço urbano, videography, remote sensing, urban space.

1. Introdução

Os elementos presentes na cidade são extremamente complexos em decorrência da variedade de feições, notadamente superfícies pavimentadas, construções térreas e prédios, bem como feições relativas a vegetação. Essas superfícies envolvem diferentes materiais destacando-se o concreto dos quintais, a pavimentação das ruas, telhas de cerâmica, metal e amianto, árvores esparsas de variados tamanhos.

Atualmente, a aquisição de dados videográficos tem sido cada vez mais utilizada, com a finalidade de mapear e monitorar áreas de vegetação, destacando-se a análise de cultivos agrícolas e, mais recentemente, da arborização urbana. No caso da presente pesquisa, apresenta-se uma proposta inovadora no uso de imagens multiespectrais, empregando-as para a detecção de alvos urbanos.

A videografia consiste num método de aquisição suborbital de dados. No Brasil um importante estudo em meio urbano foi desenvolvido em 1997, em Manaus, a fim de verificar a eficiência do sistema para documentar as áreas pesquisadas, como também para obter informações biofísicas da floresta Amazônica, que pudessem servir para calibrar dados orbitais. A técnica da videografia possibilita o levantamento de um grande volume de informações de alta resolução, em curto intervalo de tempo e a baixo custo. (MOREIRA, 2003)

Segundo Watzlawick, Madruga e Pereira (2001), as técnicas de sensoriamento remoto contribuem para atenuar a realização dos onerosos e demorados trabalhos de campo para a

¹ Este artigo faz parte da Tese de Doutorado intitulada “O uso de geotecnologias na revalorização de brownfields têxteis em Americana/SP: subsídios às políticas públicas”, defendida no dia 13/11/2006 no programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Rio Claro/SP. A presente pesquisa foi orientada pela Profa. Dra. Maria Isabel Castreghini de Freitas.

coleta de dados. O uso das imagens obtidas por câmera de vídeo, acopladas com filtros especiais, vem a contribuir para o sensoriamento remoto, consistindo numa alternativa para a captura de imagens para a realização de trabalhos de mapeamento.

Para Pompermayer (2002), a videografia aérea consiste numa técnica desenvolvida pelos EUA para avaliação, detecção e prevenção de problemas na agricultura e no manejo de áreas naturais. A videografia se destaca pelo baixo custo para a obtenção das imagens e rapidez para captá-las, processá-las e analisá-las. Os primeiros testes com sistema de vídeo para imageamento aéreo, visando o monitoramento de culturas, ocorreram em 1990.

De acordo com Mazotini (2005), a técnica de obtenção de imagens por sensoriamento remoto através de videografia multiespectral é uma alternativa aos sensores tradicionais, como fotografias aéreas e imagens de satélite. O objetivo é possibilitar a aquisição e processamento de dados de culturas agrícolas e fornecer imagens multiespectais de alta resolução, em tempo e periodicidade adequados à utilização em agricultura de precisão.

Quanto às vantagens da videografia, Pompermayer (2002), Mazotini (2005) e Everitt et al. (1991) enfatizam:

- ✓ Baixo custo;
- ✓ Disponibilidade das imagens em tempo real ou quase real, permitindo avaliação visual imediata ou processamento digital via computador;
- ✓ Agilidade de coleta, processamento e utilização dos dados, pois esse processo pode levar horas ao invés de semanas ou até meses, requeridos por outros sistemas.
- ✓ Capacidade de coletar dados espectrais em bandas muito estreitas nas faixas do visível (400 até 700nm) e do infravermelho próximo (700 a 1100nm);
- ✓ Obtenção de grande quantidade de dados produzindo múltiplas visadas de um mesmo alvo;
- ✓ Simplicidade e facilidade de operação do equipamento;
- ✓ Possibilidade de identificação e correção de problemas com rota e obtenção das imagens, à medida que o operador acompanha o vôo por um monitor;
- ✓ Grande quantidade de imagens adquiridas;
- ✓ Integração com o Sistema de Posicionamento Global (GPS) e o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

No que se refere aos custos, Pompermayer cita Lowe et al. (1995) o qual fez um levantamento avaliando a aquisição das imagens, análise das imagens em relação ao custo-benefício, concluindo que as imagens de videografia, utilizando-se filtros infravermelho próximo, vermelho e azul, apresentaram-se como um método efetivo para o mapeamento da vegetação, tendo o menor custo total de operação. O custo para a obtenção da fotografia aérea infravermelha foi o que mais se aproximou do preço da videografia, seguida da imagem de satélite TM LANDSAT e da análise de campo.

Romney (1993) citado por Watzlawick, Madruga e Pereira (2001), recomenda que as imagens de vídeo não devem ser utilizadas para amplas áreas, devido ao intenso processo para a criação de mosaicos automatizados. Para áreas extensas, devem-se utilizar as imagens de satélite. As imagens de vídeo são excelentes para prover inventários em áreas específicas. Os trabalhos realizados pelos autores denotam a possibilidade da utilização de videografia multiespectral para a produção de mapas temáticos de uso e cobertura da terra.

Esse sistema de mapeamento constitui um campo recente que alia uma ferramenta de alta tecnologia a um baixo custo operacional. Sendo um sensor remoto, a câmera de videografia atende praticamente todas as áreas que necessitam de imagens para a aquisição de dados e sua utilização em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Além disso, ela se diferencia dos sensores convencionais pela alta resolução e grande versatilidade. Dentre às

inúmeras aplicações potenciais, destacam-se mapeamento do uso do solo e cadastros urbanos. (MAZOTINI, 2005)

Com base no autor, atualmente existem câmeras multiespectrais que fornecem imagens nas faixas do verde, vermelho e infravermelho, permitindo a elaboração de mapas de vigor da biomassa das culturas e da vegetação natural. A navegação por satélite (GPS) permite o traçado de linhas de vôo geo-referenciadas, resultando em mapas de grande precisão. A aeronave do tipo ultraleve avançado, cujas características de estabilidade, segurança e baixo custo de manutenção permitem a execução de vôos videográficos em diversas altitudes, podendo-se obter imagens de alta resolução.

Silva Filho (2004) realizou um estudo sobre videografia multiespectral em silvicultura urbana, constatando que essa técnica é eficiente, tanto para quantificar o verde urbano, como também construções, asfalto, dentre outros. Ainda, o autor salienta, que a grande vantagem desse sistema é a alta resolução espacial e espectral, permitindo a obtenção de imagens digitais e a caracterização de alvos urbanos.

A utilização de sistemas de sensoriamento remoto de baixa altitude, em nível suborbital, com sensores montados em aeronaves, é uma alternativa para a caracterização de área urbana, principalmente para superfícies impermeabilizadas. No Brasil praticamente não há trabalhos utilizando videografia e mesmo nos outros países, são escassas as pesquisas nessa área, principalmente ligadas às áreas verdes e silvicultura urbana. Os autores acreditam que é possível mensurar a cobertura arbórea das cidades, a floresta urbana e avaliar o tecido urbano composto por outros sistemas como o viário, edificações, pavimentações e outros tipos de coberturas urbanas. (SILVA F^o et al., 2005)

A pesquisa desses autores teve por objetivo avaliar a qualidade do desenho urbano e da floresta urbana por meio de dados das imagens de videografia aérea multiespectral, em nove bairros da cidade de Piracicaba/SP. Através do uso das imagens de alta resolução espacial e boa resolução espectral foi possível encontrar um maior número de classes de cobertura, como tipos diferentes de cobertura de edificações, pavimentos, piscinas, lagos, rios e terrenos roçados, constituindo-se em particularidades de cada localidade, podendo expressar características espaciais diferenciadas quanto ao desenho urbano.

Em decorrência deste trabalho, os autores perceberam que a estrutura urbana apresenta mobilidade espacial específica, em relação às áreas rurais. Uma área urbanizada será sempre urbanizada, ao passo que uma área rural com pastagem, por exemplo, poderá voltar a ser uma floresta e vice-versa, ou tornar-se definitivamente urbana. Os autores concluem que as imagens de videografia multiespectral de alta resolução são indicadas para obtenção de dados para análise do verde urbano e suas relações com os demais componentes do espaço das cidades.

Um estudo interessante elaborado por Almeida, Vieira e Lameira (2003), teve por objetivo avaliar os usos da terra e de áreas degradadas através dos dados de imagens de satélite e de videografia. Os resultados obtidos demonstraram que as classes de uso e cobertura obtidas com a videografia foram caracterizadas com maior nitidez, comparando-se com os dados extraídos da imagem de satélite. Assim, a videografia mostrou-se mais eficiente na definição dos limites exatos das categorias classificadas, devido a resolução das imagens. Os tipos de culturas não são discriminados quando classificados somente pelas imagens de satélite, contudo quando classificados com as imagens videográficas a identificação é de cerca de 90%.

Igualmente, Moura e Freitas (2004) realizaram um estudo sobre áreas verdes urbanas, apontando que o uso de técnicas de sensoriamento remoto (como o mapeamento por meio da interpretação de fotografias aéreas e videografia) pode ser considerado alternativa viável para estudos urbanos, especialmente quanto à análise da vegetação intra-urbana e dos principais

impactos ambientais oriundos do crescimento das cidades. Essa nova tecnologia pode apresentar amplas possibilidades na solução de problemas urbanos, facilitando a ação das prefeituras, minimizando as falhas no que se refere à previsão de impactos ambientais.

2. Localização e caracterização das áreas analisadas

O Setor de Planejamento 01 localiza-se na área central da cidade, entre as coordenadas UTM E= 260Km a 261Km; N= 7.482Km a 7.484Km, totalizando uma área de 1.064Km². Nesse setor, foram mapeadas e classificadas um total de dez quadras. Para o propósito, foram utilizados 6 *frames* de videografia. Esse setor se destaca especialmente pela atividade comercial e pelos imóveis residenciais, distribuídos por casas térreas e por prédios de apartamentos. É uma área dotada de completa infra-estrutura, limitada ao norte pelas avenidas Rafael Vita e 9 de julho, vias de acesso à rodovia Anhanguera.

Os Setores de Planejamento 09 e 10, situam-se próximos à entrada principal de Americana, na porção Sudeste de Americana, entre as coordenadas UTM E= 262km a 264km; N= 7.482km a 7.485km abrangendo uma área total de 1.776km². Na figura 14, observa-se que esses setores são vizinhos, separados apenas pela rua Joaquim Bôer.

No que se refere ao Setor de Planejamento 09, o mesmo se localiza foram interpretadas, mapeadas e classificadas um total de nove quadras, utilizando-se como base 6 *frames* e 3 mosaicos de imagens de videografia. Esse setor apresenta características diferenciadas em relação aos demais, pois sua área é dividida pela praça Cecília Azanha Pilotto da seguinte forma: no lado esquerdo dessa área verde, encontram-se as residências entremeadas por algumas casas comerciais; no lado direito, estão concentradas as indústrias de médio e grande porte.

O Setor 10 é limitado pela Avenida Pascoal Ardito ao Norte, pela rua São Vito a Oeste, pela Avenida Unitika a Leste e pela Avenida Joaquim Bôer ao Sul. Esse setor abriga totalmente os bairros Jardim Progresso, Jardim Sofia, Jardim Luciani, a Vila Belvedere, e parcialmente o bairro São Vito. Tal área caracteriza-se principalmente por ser residencial, embora existam diversas indústrias de tamanho considerável especialmente na Rua Eduardo Medon. Além disso, a empresa Viação Ouro Verde ocupa uma porção expressiva desse setor, evidenciando sua importância para a cidade. Quanto ao Setor de Planejamento 10, realizou-se a interpretação, mapeamento e a classificação de doze quadras, utilizando-se como base 4 mosaicos e 5 imagens de videografia.

3. O Georeferenciamento das imagens multiespectrais com base na Planta Cadastral Digital Detalhada

A Planta Cadastral Digital Geral do município de Americana, fornecida pela Prefeitura Municipal como arquivo do AutoCAD (dwg), devidamente georeferenciada, apresenta informações sobre a área urbana até o nível das quadras. Levando-se em conta que a proposta do presente estudo foi identificar e mapear alvos urbanos, buscou-se na Unidade de Cadastro Técnico Municipal, informações mais detalhadas das quadras dos setores 01, 09 e 10. Assim, foram obtidos dados dos lotes das áreas de análise, os quais abrangem os limites dos lotes, as áreas livres e construídas, acompanhados dos respectivos valores métricos como arquivos do AutoCAD (dwg).

É válido referir que esses arquivos detalhados não estavam georeferenciados, fato que demandou o registro dos mesmos, com base nas coordenadas dos cantos das quadras da Planta Cadastral Geral. Essa operação é muito importante e requer extremo cuidado, pois a sua qualidade garante maior precisão das informações. A realização desse teste determinou a opção por georeferenciar as quadras de interesse dos 3 setores em estudo, através do comando *ALIGN*, considerando-se que este não apresenta deformações nos contornos dos objetos,

embora alguns erros de posicionamento possam aparecer, sem comprometer a qualidade dos dados. Desse modo, cada arquivo detalhado foi inserido (*INSERT BLOCK*) às respectivas quadras dos setores de análise, enriquecendo o mapa base com informações essenciais para o posterior registro geométrico das imagens de videografia.

Paralelamente, no dia 04 de setembro de 2005 realizou-se a videografia por uma equipe da ESALQ/USP de Piracicaba, composta pelo Prof. Dr. Demóstenes Ferreira da Silva Filho e o técnico Ms. Jefferson Polizel, ambos do Departamento de Ciências Florestais da referida universidade. Para a realização do registro das imagens foram necessários o ajuste e a calibração da câmera digital, preparando-a para essa tarefa, bem como, a realização de testes de tomadas terrestres e aéreas, visando conferir a qualidade da calibração da câmera. Também, a equipe da ESALQ elaborou um plano de vôo com a delimitação das faixas do terreno a serem imageadas.

Para a tomada das imagens, utilizou-se a câmera Multiespectral DUNCAN TECH, modelo MS 3100, no modo RGB (luz visível), com qualidade de imagem (resolução espacial) de 1392 x 1040 pixels e velocidade de 10 fps. O sistema foi montado utilizando-se a câmera digital multiespectral, devido a maior resolução e facilidade de operação em comparação com as câmeras S-VHS. A câmera foi conectada a um monitor, exibindo o alvo filmado durante a passagem, permitindo a detecção e correção de desvios na rota do avião ou regulagem dos equipamentos.

Para Duncan (2000) citado por Silva F^o (2004) esse sensor passivo é apto para captar a faixa do espectro visível e infravermelho próximo (400-1100nm), gerando imagens compostas contendo o azul e verde numa banda e, o vermelho e infravermelho próximo em outras duas bandas, respectivamente.

Através do comando *ALIGN* realizou-se a operação de registro em 18 mosaicos, primeiramente para os setores 9 e 10, selecionando-se, a princípio, um ponto no extremo inferior esquerdo da imagem e o seu correspondente na Planta e, em seguida, repetiu-se o procedimento para o canto superior direito.

No decorrer dessa operação, tornou-se possível observar que apesar da câmera multiespectral não ser métrica, as imagens de videografia apresentam pequena diferença de escala em relação à planta base, fato que amplia o potencial desse sensor para a realização da atualização cadastral, principalmente no que diz respeito ao cálculo de medidas. Vale salientar, que foram realizados testes comparando-se a qualidade do registro geométrico entre mosaicos das imagens e *frames* individuais. Com isso, obteve-se melhor qualidade no georeferenciamento de cenas isoladas, pois na maior parte dos casos, um *frame* abrange uma área um pouco maior do que a de uma quadra, ao passo que os mosaicos envolvem uma área muito maior, gerando-se significativas distorções no tamanho dos objetos. Desse modo, houve uma melhoria considerável na operação de registro, facultando melhor integração entre os dados da planta e os das imagens videográficas.

4. O potencial das imagens de videografia para mapeamento de alvos urbanos

O mapeamento das feições urbanas foi efetuado no programa AutoCAD 2004, com base nas imagens de videografia, identificando-se e interpretando-se os alvos, os quais foram delimitados através dos comandos de desenho (*polyline* e *endpoint*) disponíveis no programa. Assim, foram digitalizados os contornos das quadras, o limite dos lotes, as áreas construídas e as árvores presentes em cada uma das quadras. Quanto às árvores, em decorrência da clareza dessa feição nas imagens, realizou-se a digitalização desse elemento, visando realçar o verde urbano.

Simultaneamente ao processo de vetorização das feições, realizou-se a edição dos dados por meio da junção de linhas, do fechamento de polígonos e da correção de erros

cometidos durante o processo de digitalização, através do comando *pedit* (*join*, *close* e *edit vertex*). Para a totalidade das quadras mapeou-se 171.022,5m² de área construída.

É digno de nota o fato de grande parte das construções analisadas, apresentarem prolongamentos de amianto, um tipo de cobertura que escurece rapidamente com o tempo. Tal aspecto dificulta a discriminação dos alvos na imagem, gerando confusão entre a cobertura de amianto e o chão de cimento, pois apresentam tonalidades de cinza muito parecidas. Desse modo, alguns erros cometidos estão vinculados a essas peculiaridades físicas das construções.

5. Comparação entre as áreas estimadas na Planta Digital com àquelas obtidas nas Imagens de Videografia

Com base nos dados da Planta Base e no mapeamento e edição das informações obtidas nas imagens multiespectrais, estimou-se a área de cada quadra através do comando *area* do AutoCAD, a fim de comparar as medidas obtidas nos dois produtos. É importante salientar, que houve uma variação de 0,04m² até 9,5m² na diferença das áreas das quadras, devido às peculiaridades físicas de cada setor de planejamento, bem como à precisão do georeferenciamento. Em algumas imagens os cantos das quadras se apresentaram nítidos e de fácil correspondência com os dados da planta base, ampliando a precisão do registro geométrico e menor diferença de área.

Tabela 1 - Estimativa da Diferença de área calculada na Planta Cadastral Digital e nas Imagens de Videografia - Setores de Planejamento 01. 09 e 10 – Americana/SP

Quadra	Setor	Diferença Área (%)	Área Construída (m ²)	A.C. (%)
5	1	2	2.307,5	38,0
6	1	0,98	709,0	16,9
7	1	2,8	4.920,7	68,1
8	1	0,15	3.786,1	70,6
10	1	3,26	5.316,3	57,6
20	1	4	3.577,4	61,9
22	1	5,6	3.630,8	61,4
26	1	5,23	2.566,2	40,3
27	1	1,1	4.373,7	64,1
35	1	2,8	5.182,3	60,5
14	9	4,2	2.754,9	56,4
47	9	2,4	13.748,8	63,6
48	9	2,1	16.982,6	78,5
49	9	7,5	10.016,0	51,0
50	9	2,9	9.059,0	46,6
52	9	1	14.925,0	67,4
53	9	0,9	16.270,3	45,2
11	10	3,4	3.149,2	59,2
39	10	1,8	2.597,9	62,5
40	10	2,6	4.465,9	57,8
46	10	1,7	4.630,7	60,1
47	10	4,8	4.304,7	60,2
48	10	4,4	4.782,9	72,8
49	10	5,7	3.060,6	54,5
52	10	3,2	3.260,3	42,4
74	10	4,2	2.982,4	18,1
77	10	0,04	2.806,3	77,3
78	10	9,5	4.427,7	78,8

540	10	2,3	10.427,3	57,4
27 quadras	3 setores	Média 2,1	171.022,5	56,9

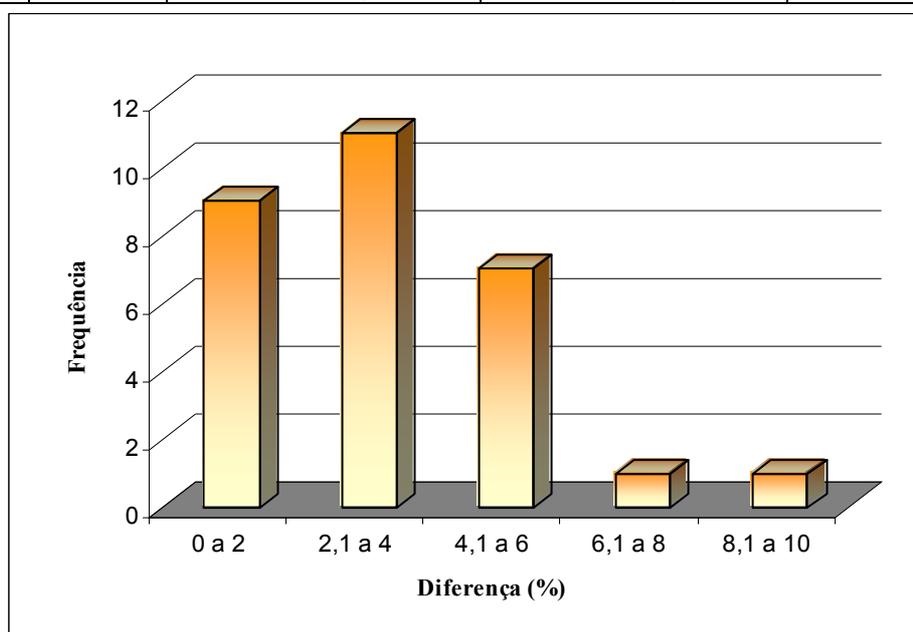


Figura 1 – Estimativa da Diferença de área calculada na Planta Base e nas Imagens Videográficas – Setores de Planejamento 01, 09 e 10 – Americana/SP

Elaboração e organização: Pancher, 2006

De acordo com os dados da **tabela 1**, percebe-se que a diferença média de área calculada na Planta Base e nas Imagens videográficas foi de 2,1%. Em decorrência deste valor relacionar-se à média de todas as quadras analisadas, elaborou-se uma classificação, agrupando os resultados pela frequência das áreas das quadras em cada classe. Assim, no Gráfico (**figura 1**) nota-se que nove quadras se enquadram na classe de 0 a 2,1% e 10 delas na classe de 2,1 a 4%, evidenciando-se que a diferença de área extraída nos dois produtos foi baixa na maioria das quadras analisadas. Desse modo, a obtenção de informações relativas às características físicas de objetos urbanos através de imagens de alta resolução é extremamente eficaz, permitindo-se obter medidas confiáveis, sem contar que a discriminação dos variados alvos presentes nas áreas analisadas possibilita a atualização das ampliações dos imóveis.

6. Considerações Finais

Apesar das imagens multiespectrais não serem métricas, através do cálculo de área das 27 quadras, efetuadas na planta cadastral e nas imagens videográficas, percebeu-se que as diferenças de valores obtidos nos dois produtos é relativamente baixa, fato extremamente importante quando se pretende realizar a atualização cadastral das feições urbanas. Além disso, na etapa do mapeamento observou-se que com o auxílio das imagens de alta resolução, é possível identificar imóveis e prolongamentos recentes, à medida em que muitas construções claramente visualizadas nas imagens de videografia, não constam na planta cadastral. Através da interpretação das imagens multiespectrais, percebe-se que essas apresentam nitidez das feições, favorecendo a discriminação dos alvos.

A dificuldade na delimitação de coberturas de amianto, as quais geralmente aparecem nas imagens em tons de cinza escuro, foi considerada uma limitação da imagem utilizada. Como muitos imóveis apresentam telhados com esse tipo de material, algumas coberturas foram confundidas com o chão de cimento, comprometendo a precisão na delimitação do imóvel. Outra fonte de falsa interpretação residiu nos prolongamentos dos imóveis,

observados em grande parte das residências. Quanto às árvores, em decorrência da clareza dessa feição nas imagens, realizou-se a digitalização desse elemento, visando realçar o verde urbano. Recomenda-se o uso da imagem infravermelha para se averiguar se apresenta melhor discriminação entre os alvos.

A metodologia proposta no presente estudo permite a elaboração de uma base digital atualizada sobre a evolução da ocupação dos imóveis do município, consistindo numa rica ferramenta para a atualização da base cartográfica. Esses imóveis, devidamente identificados e mapeados, podem ser inseridos no planejamento do uso e ocupação do solo.

7. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, A. S., VIEIRA, I. C. G. e LAMEIRA, W. J. M. Avaliação dos usos da terra e de áreas degradadas utilizando imagem de satélite e videografia no leste do Estado do Pará. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, n. 11, 2003. Belo Horizonte/MG INPE. **Anais**, p. 1243-1245, 5 – 10 abril de 2003.

MOREIRA, M.A. Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. 2ª ed. Viçosa, UFV, 2003

MOURA, S.; FREITAS, M.I.C. de. O uso de técnicas de sensoriamento remoto na análise da vegetação urbana na cidade de Analândia/SP. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, n.5, 2004. São Carlos: Suprema Gráfica. **Conhecimento do Meio Físico: base para a sustentabilidade**. p. 399-408.

POMPERMAYER NETO, P. **Utilização da videografia aérea na detecção de áreas com deficiências nutricionais em plantios de eucalipto**. 2002. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA FILHO, D. F. et al. **Aplicação de videografia aérea multiespectral na avaliação de floresta urbana**. 2004. 88f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

SILVA FILHO, D. F. et al. Indicadores de floresta urbana a partir de imagens aéreas multiespectrais de alta resolução. **Scientia Florestalis**, no 67, p. 88-100, abri. 2005.

WATZLAWICK, L. F., MADRUGA, P. R. A e PEREIRA, R. S. Metodologia para utilização de câmaras de vídeo em mapeamento florestal. **Ciência Florestal**. Santa Maria/SC, v.11, nº 2, p. 27-39, 2001.