



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS LANDSAT PARA ANÁLISE DA EXPANSÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE JACAREÍ-SP E VERIFICAÇÃO DAS DIRETRIZES DO PLANO DIRETOR

**Anique Araújo (1); Maryangela G. de Lima (2); Wilson Cabral de Sousa Jr. (3);
Fabiano Morelli (4); Júlia Wippich Lencioni (5)**

(1) Arquiteta – e-mail: aniquearaujo@yahoo.com.br

(2) Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica,
Brasil – e-mail: magdlima@ita.br

(3) Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica,
Brasil – e-mail: wilsonjr@ita.br

(4) Instituto Tecnológico de Aeronáutica – e-mail: fmorelli@ita.br

(5) Instituto Tecnológico de Aeronáutica – e-mail: lencioni@ita.br

RESUMO

Proposta: Realizou-se um estudo do vetor crescimento urbano do município de Jacareí-SP por meio do uso de imagens de satélite Landsat e a comparação da carta de expansão urbana com mapas e esquemas contidos no Plano Diretor do Município. **Método de pesquisa/abordagem:** Revisão bibliográfica referente ao assunto “Expansão Urbana”; utilização de dados e mapas obtidos da área em estudo; verificação e confirmação de dados através de imagens dos satélites Landsat e comparação de informações entre mapas gerados e mapas contidos no Plano Diretor do município. **Contribuições e Originalidade:** Os resultados permitem às prefeituras municipais reverem informações contidas em seus Planos Diretores, a fim de solucionar problemas existentes, bem como planejar, com antecedência, soluções para questões urbanas que venham a ocorrer no futuro.

Palavras Chaves: expansão urbana, sensoriamento remoto, imagens landsat, plano diretor.

ABSTRACT

Proposal: It was performed a study of the urban growth from Jacareí city, São Paulo state, using Landsat images. After creating an urban expansion chart, it was compared with maps and schemes contained in the municipality planning. **Research method/Abordage:** Bibliographical revision concerning to the subject "Urban Expansion"; use of data and maps obtained from the study área; verification of data by the use of Landsat satellite images; comparison between generated maps and those included in the municipality planning. **Contributions and Originality:** The results can help the municipal governments to review information contained in their urban plans in order to solve existing problems as well as to plan solutions concerning urban matters which may occur in the future.

Key-words: urban expansion, remote sensing, landsat images, urban planning.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano acelerado nos pequenos municípios e cidades médias tem sido alvo de pesquisas de diversas áreas do conhecimento acadêmico. Administrações estaduais e municipais têm se preocupado com o destino das áreas urbanas e a influência de seu direcionamento na qualidade de vida da população, conforme cita Vendrame (2000):

“O crescimento populacional acelerado e os avanços da urbanização podem provocar impactos ambientais que modificam profundamente as condições naturais de uma determinada região”.

Planejar uma área urbana vai muito além do que apenas obter domínio espacial. A partir da

delimitação do perímetro urbano pode-se determinar, juntamente com características sociais, econômicas, ambientais, históricas e etc., para onde se direciona o vetor crescimento urbano e em quais áreas, este, poderá interferir.

O crescimento populacional elevado em algumas regiões do país ocasionado pelo crescimento econômico destas regiões e a falta de planejamento, trouxe como consequência uma ocupação desordenada dos territórios. IWAI (2003)

A invasão das áreas urbanas em regiões restritas do Plano Diretor dos municípios vem trazendo sérias consequências ao município, como um todo. Começam a surgir diversos problemas tais como: Invasões de áreas de proteção ambiental, ocupação desordenada em áreas de adensamento restrito, invasão de região de mananciais e áreas de campos agrícolas, adensamento morros, surgimento de ilhas de calor, dentre outros.

O espaço urbano cresce constantemente e está em constante fase de mutação. Torna-se difícil, para prefeituras municipais, com poucos recursos, adequar métodos de obtenção de dados deste crescimento, com a rapidez como ocorrem às transformações na malha urbana da cidade.

As formas de ocupação das áreas urbanas e sua dinâmica ao longo do tempo são informações que o poder público necessita para que as demandas da população e da cidade sejam previstas de forma a supri-las com eficiência e rapidez. IWAI (2003).

É neste sentido que o Sensoriamento remoto tem funcionado como ferramenta de auxílio para o planejamento Urbano de diversas cidades e municípios. O uso de imagens de satélite, para este tipo de trabalho, vem proporcionando aos profissionais de diversas áreas do conhecimento a obtenção de resultados os mais fidedignos e qualitativos relacionados aos problemas encontrados em áreas de grande extensão.

1.1 Sensoriamento Remoto e sua aplicação ao estudo de Áreas Urbanas

Segundo Costa (1996): “uma das maiores dificuldades encontradas na utilização de dados de sensoriamento remoto em estudos de áreas urbanas é a complexidade de feições encontradas neste ambiente. Estas, normalmente, são composta por alvos variados, tais como: concreto, asfalto (ruas e avenidas), telhados de diversos materiais, solo exposto, grama, árvores, água etc”.

As áreas urbanas apresentam características que tornam complexa a sua classificação, pois não apresentam continuidade ou homogeneidade. São áreas formadas por diversos materiais que refletem ou irradiam a energia eletromagnética de maneiras diversas, apresentando grande amplitude espectral e altas frequências espaciais dificilmente separáveis IWAI (2003).

Um dos grandes problemas para a avaliação do crescimento urbano é que as técnicas convencionais utilizadas para o controle perímetro urbano baseiam-se em levantamentos de campo e/ou aerofotogramétricos, técnicas estas que demandam tempo e recursos elevados.

A facilidade de aquisição e manuseio de imagens, a possibilidade dos sensores abrangerem grandes áreas e a periodicidade de obtenção de informações, torna o sensoriamento remoto uma alternativa viável e de custo relativamente baixo em relação a outras técnicas de aquisição de dados.

1.2 Região de estudo

O município de Jacareí está localizado na porção leste do estado de São Paulo, na Região do Vale do Paraíba, limitado pelas coordenadas 23° 16' 00'' S / 23° 21' 00'' S e 45° 53' 00'' W / 46° 00' 00'' W. e delimitado pelos seguintes municípios ao Sul Santa Branca e Guararema, ao Norte: São José dos Campos, ao Leste: Jambeiro e Santa Branca e a Oeste: Igaratá, Santa Izabel e Guararema. Encontra-se a uma distância de 339 km do rio de Janeiro e 78 km de São Paulo. Seu acesso principal é feito pela BR 166-Rodovia Presidente Dutra. Apresenta um clima tropical com inverno seco e temperatura média anual de -20°C

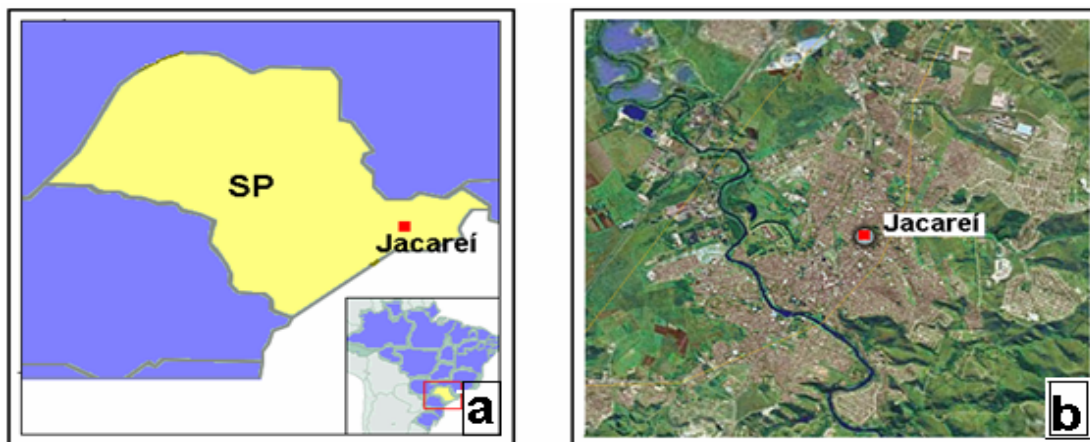


Figura 1-Localização da área de estudo. Em (a) tem-se um mapa esquemático do município de Jacareí-SP, e em (b) uma imagem de satélite com visão geral da região em estudo.

1.3 O Vetor crescimento Urbano

Um estudo realizado pelo Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento do Vale do Paraíba - CODIVAP (1971) lançou previsões de que o crescimento urbano da região do Vale do Paraíba ocorreria devido a vários fatores de forma rápida e espontânea, nos municípios localizados ao longo da Rodovia Presidente Dutra.

A influência do crescimento econômico, aliada a localização geográfica e apoiada pelos recursos naturais abundantes, além do suporte de vias, rodovias e ferrovias, fizeram do Vale do Paraíba uma das regiões mais importantes do País, sofrendo desde então, um acelerado processo de expansão urbana conforme cita Canizsa Filho (2000):

“No caso do Vale do Paraíba, aliada à sua privilegiada localização, houve uma íntima relação entre as vias regionais de transportes e o crescimento típico das cidades; elas representaram para o Vale um eixo indutor do crescimento urbano”.

A Figura 2 ilustra as previsões do CODIVAP.

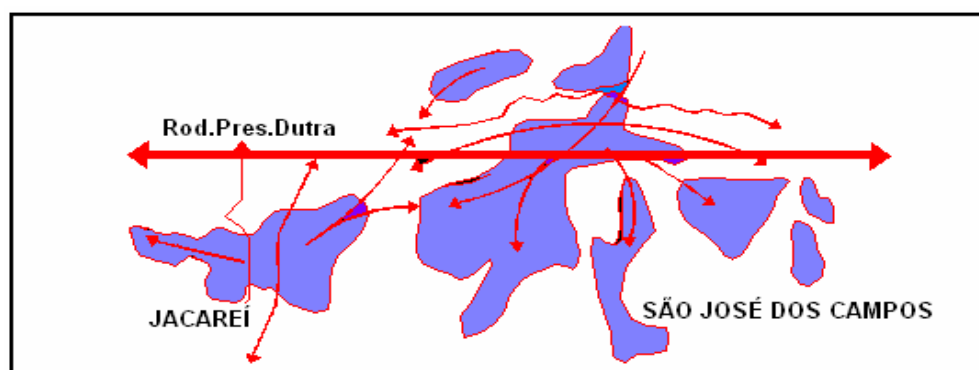


Figura 2 - Ilustração do eixo de expansão urbana promovido pela rodovia Presidente Dutra.

O estudo apontou ainda que a forma com que ocorria o crescimento econômico constante e conseqüentemente uma expansão urbana e regional foi previsto que a proximidade entre alguns municípios, levaria ao fenômeno de conurbação, referido por Villaça (1998), como:

“O processo da conurbação se dá quando uma cidade passa a absorver núcleos urbanos localizados a sua volta, pertencam eles ou não a outros municípios”.

É a fusão de duas ou mais áreas urbanizadas ou aglomerados urbanos (...) Pode-se defini-la também como sendo uma área urbanizada que contenha duas ou mais áreas urbanas (Ferrari, 1979).

Segundo Martins (1994), o fenômeno conurbação ocorreria entre diversos municípios do Vale do Paraíba como São José dos Campos e Jacareí, e estendendo-se em direção à Caçapava, Taubaté e Pindamonhangaba, além de consolidar aparecida e Guaratinguetá. A Figura 3 aponta tal fato.

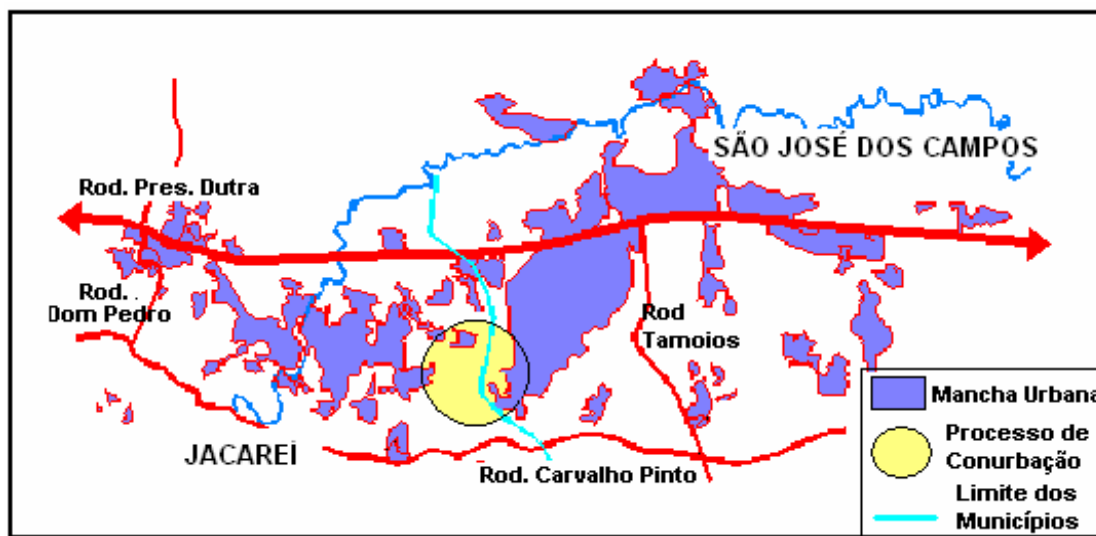


Figura 3-Croqui da área em processo de conurbação entre São José dos Campos e Jacareí, nas últimas décadas. Adaptado de: Caracterização do conhecimento do Vale do Paraíba-CODIVAP-1971

2 OBJETIVO

O presente trabalho trata da realização de um estudo do direcionamento do vetor crescimento urbano do município de Jacareí-SP. Através da aquisição, processamento e interpretação de imagens de satélite Landsat em dois períodos diferentes - 1988 e 2000 foram gerados mapas e posteriormente uma carta de expansão urbana evidenciando o crescimento da mancha urbana através de duas classes: Urbano e Não Urbano. Posteriormente, estes mapas e cartas foram comparados com os mapas do Plano Diretor do município.

3 METODOLOGIA

No intuito de se obterem resultados satisfatórios ao estudo da expansão urbana do município de Jacareí-SP foi estruturada uma metodologia baseada em revisão bibliográfica referente ao assunto- “Expansão Urbana”, na utilização de dados bem como mapas obtidos na prefeitura de Jacareí-SP além de mapas esquemáticos obtidos no plano diretor do município e imagens dos satélites Landsat.

Foram trabalhadas imagens ortorretificadas dos satélites Landsat-5 (sensor TM) e 7 (sensor ETM+), órbita ponto 219-76, referentes às passagens de 12 de setembro de 1988 e 17 de junho de 2000, na composição RGB, nos canais 5,4,3 e utilização do aplicativo Erdas Imagine 8.6.

3.1 Critérios de escolha das Imagens, Sensores e Composição de Bandas.

Para o planejamento urbano do município, uma visão geral da ocupação e distribuição das atividades

na cidade torna-se necessária. Para isso, as imagens Landsat cumprem muito bem os objetivos, fornecendo uma escala de análise compatível, com o estudo desejado, que é o mapeamento do município. (Iwai, 2003).

Foram escolhidas imagens dos anos de 1988-Landsat-5 (TM) e 2000-Landsat -7 (ETM+), por apresentarem as seguintes características:

- Possuíam sensores capazes de imagear grandes áreas.
- Resolução espacial de 30m no modo multiespectral, suficiente e totalmente indicadas para verificar os contornos da mancha urbana além de as imagens apresentarem pouca cobertura de nuvens.
- Datas condizentes com o período de crescimento urbano do município e intervalo de no mínimo 10 anos de diferença entre as duas imagens (intervalo suficiente para o estudo de crescimento urbano).
- Disponibilidade, fácil acesso e custo zero.
- Encontravam-se ortorretificadas

O critério de escolha da composição de bandas para a realização deste trabalho foi baseado nas características dos alvos a serem imageados, dentre eles a identificação e separação da área urbana de vegetação água e solo. A escolha de utilização de bandas multiespectrais ocorreu principalmente devido ao olho Humano estar mais apto a diferenciar cores do que tons de cinza.

Foi escolhida a composição de bandas 3, 4, 5, onde ambos os sensores apresentavam resolução espacial de 30 metros, e as bandas apresentavam as seguintes características:

- Banda-3 (0,45-0,52)-resolução (30m)-Apresenta bom contraste entre vegetação e áreas ocupadas (solo exposto, estradas e áreas urbanas). Contrasta diferentes coberturas vegetais, cobertura litológica com pouca vegetação, e entalhe de cursos de rios.
- Banda-4 (0,76-0,90)-Permite o mapeamento das redes de drenagem, corpos d'água. Destaca a vegetação densa, sendo sensível a copa das florestas. Apresenta bons resultados sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para mapear áreas de queimadas e identificar áreas agrícolas.
- Banda-5(1,55-1,75) - Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas.

Foi também utilizada a banda 8-PAN do landsat-7, com resolução de 15m apenas para auxiliar em alguma eventualidade de não conseguir identificar algum objeto na imagem de 2000, conforme mostra a Figura 4.

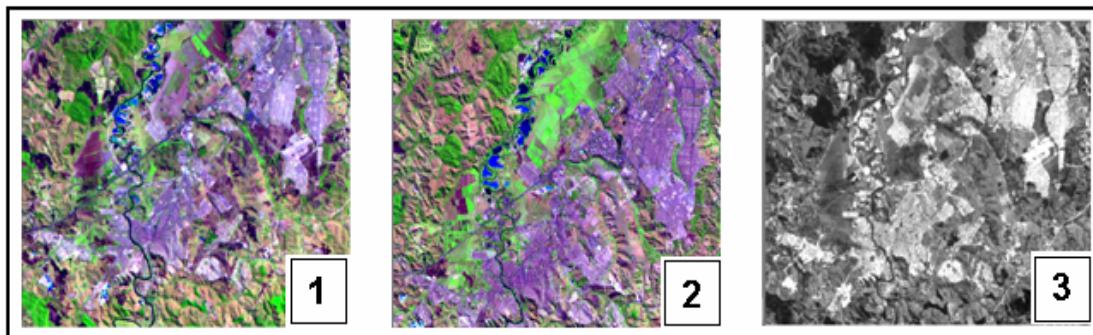


Figura 4 - Imagens dos municípios de Jacareí e São José dos Campos, órbita ponto 219/76, recortadas. As figuras 1 (imagem de 1988, Landsat 5-TM) e 2 (imagem de 2000, Landsat 7- ETM+) se encontram nas composições RGB -5,4,3, apresentando resolução espacial de 30m ao passo que a figura 3 (imagem do Landsat 7- ETM +), encontra-se na banda-8. PAN-resolução de 15m.

3.2 Processamento das imagens de satélite

O processamento das imagens dos satélites Landsat-5 TM e Landsat-7 ETM+, para os anos de 1988 e 2000, foi realizado através do programa Erdas Imagine 8.6, por ser mais fácil de manusear comparado ao programa Spring 4.1, disponíveis.

Como as imagens já estavam ortorretificadas, passou-se para outra etapa do processamento, que compreendeu o recorte das imagens originais, seguindo então os seguintes procedimentos:

- Foi realizada uma interpretação visual da área de estudo onde se pôde diferenciar, com o auxílio de mapas de uso do solo e mapa de zonas especiais, ambos na escala de 1:50 000, algumas classes facilmente reconhecíveis nas imagens tais como: área urbana, vegetação, solo exposto, água, dentre outros (Figura 5).

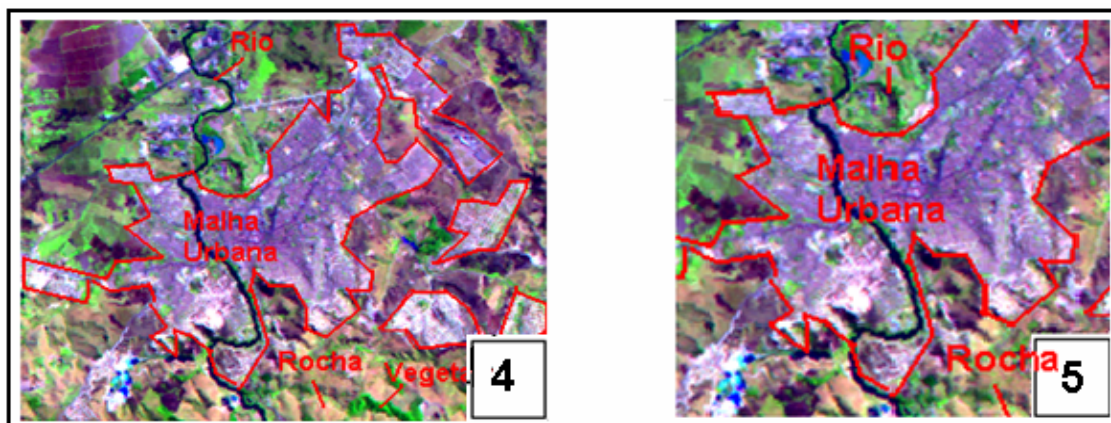


Figura 5 – Exemplos de feições facilmente identificáveis pelo olho Humano em imagens de satélite. Em 4 temos a imagem da malha urbana do município de Jacareí-SP. Em 5 temos um detalhe desta mesma malha urbana facilmente diferenciável em relação ao entorno

- As imagens passaram por um processo de classificação supervisionada. Foram coletadas amostras da área de estudo e através dos mapas cedidos pela prefeitura. Apesar de grande extensão, a área de estudo, visualmente apresentou alvos facilmente identificáveis presentes na cena. Neste primeiro passo a imagem foi classificada e reclassificada diversas vezes. As classes foram reagrupadas e melhorando a qualidade das amostras pode-se diminuir o número de classes para duas: urbano e não urbano.
- Em seguida foi utilizado o filtro 3x3, a fim de retirar pontos indesejados que apareceram fora da mancha urbana. Apesar disso, através da comparação do produto gerado com as imagens originais, percebeu-se que ainda existiam pontos indesejados na área no mapa de crescimento urbano, gerado.
- A fim de tentar verificar os erros presentes na classificação da imagem, foi utilizada a ferramenta AOI (área de interesse) que permite a digitalização de polígonos na imagem original.
- Posteriormente estes polígonos foram transportados para o mapa de expansão urbana aonde foram verificadas áreas que se sobressaíam ou não completavam os polígonos.
- Cada mapa de mancha urbana passou por um procedimento de Recover, onde foram selecionadas as classes de interesse e alteradas através da mudança de layers (cores). O auxílio da AOI facilitou a delimitação das classes de interesse.

4. RESULTADOS

Após a geração dos planos de informação foram obtidos dois mapas de mancha urbana datados de 1988 e 2000. Em seguida os mapas foram sobrepostos e suas áreas interpoladas a fim de gerar um mapa de expansão urbana, conforme ilustra a Figura 6.

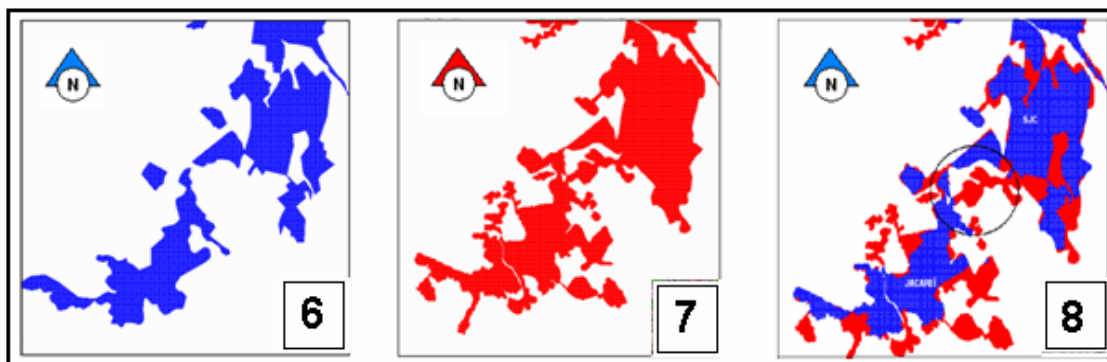


Figura 6: Áreas de mancha urbana do município de Jacareí-SP No mapa 6, está representada a área urbana de 1988. No mapa 7, está representada a área urbana de 2000 e no mapa 8 está representado um mapa de expansão urbana. Note o círculo representado em 8, indicando a área de conurbação entre os dois municípios

5 CONCLUSÕES

Este trabalho possibilitou verificar que o estudo de expansão de áreas urbanas é muito facilitado pelo uso de imagens de satélites.

Após concluídas as etapas de geração de mapas pôde-se compará-los com os mapas de destinação urbana contidos no plano diretor do município de Jacareí-SP. Foi possível perceber que as estimativas presentes no plano diretor do município, ora apresentavam-se em concordância com as imagens, ora apresentavam-se diferentes. Apesar disso, no geral, as previsões existentes bem como os mapas esquemáticos deste Plano Diretor apresentaram coerência com a carta de expansão urbana gerada.

Pela carta de expansão urbana verificou-se que o vetor crescimento urbano se direcionou para Nordeste, Sudoeste (em direção a São José dos Campos) e Sudeste. Ainda apresenta um crescimento, mais fragmentado na porção noroeste. O mapa possui ainda uma área bem consolidada de conurbação entre os municípios, de São José dos Campos - SP e Jacareí-SP.

As contribuições para as administrações municipais vão além de simples constatações. De posse destas informações, as prefeituras poderão rever as informações contidas em seus Planos Diretores, procurando solucionar problemas existentes, bem como planejar, com antecedência, soluções para questões urbanas que venham a ocorrer no futuro.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, N.S.; NOVAES Jr.A.R.; SOUSA Jr.W.C.; **Expansão urbana do município de Jacareí-SP (1988-1996)**. INPE- Instituto de Pesquisas espaciais-2000

CANIZZA FILHO, JOSE ROBERTO; UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA. **O fenômeno conurbação a área conurbada de São José dos Campos/Jacareí. São José dos Campos, 2000.** 99 f. Dissertação (mestrado) - Universidade do Vale do Paraíba, Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento.

COSTA, S.M.F. da. **Metodologia alternativa para o estudo do espaço metropolitano, integrando**

as tecnologias de SIG e sensoriamento remoto - aplicação à Área Metropolitana de Belo Horizonte. 1996. 200p. Tese de doutorado (Doutorado em informação espacial- POLI/USP- Escola politécnica da Universidade de São Paulo.

DELFINO, D. Urbanização e a importância do planejamento da cidade, com ênfase para o município de Jaguariúna –SP. IPD/UNIVAP, 2000.

IWAI, OLGA.KAZUKO. Mapeamento do uso do solo urbano no município de São José dos Campos, através de imagens de satélite. 2003 .127p. Tese de mestrado.

VENDAME, I.F. Análise do crescimento urbano e seus efeitos na mudança da dinâmica de escoamento superficial da bacia do Pararangaba. INPE- Instituto de Pesquisas espaciais-2000.