

Uso de imagens CBERS para mapeamento de uso do solo urbano como subsídio ao planejamento

Cláudia Durand Alves Borba Gonçalves
Madalena Niero Pereira
Íris de Marcelhas e Souza

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
durand@ltid.inpe.br, madalena@ltid.inpe.br, irirs@ltid.inpe.br

Abstract: The fast growth of Brazilian cities due to rural migration to the large urban centers, together with the inefficiency of city management and law enforcement results in severe problems such as incompatible mixed uses, urban occupation in risk areas or in environmental protection areas. The conventional methodologies of mapping of urban land use, using aerial photographs and field surveys became inefficient due to lacking human and financial resources but also due to missing systematic surveys. The advent and availability of satellite data has changed that. The objective of this study is to map the urban land use of São José dos Campos city (São Paulo State, Brazil) using CBERS-2 images (China-Brazil Earth Resources Satellite). Data were analyzed using the SPRING software where different classification options were tested. Testing of results was done using an ortho-rectified mosaic and field survey. Results show the usefulness of CBERS-2 data for the survey of urban land cover, a fundamental information for planning with the advantages of costs and execution time.

Palavras-chave: urban land use, remote sensing, image processing, CBERS, uso do solo urbano, sensoriamento remoto, geoprocessamento, CBERS.

1. Introdução

A busca por meios mais eficazes e econômicos de observar a Terra motivou o homem a desenvolver os satélites de sensoriamento remoto, mas os altos custos dessa tecnologia tornam os países em desenvolvimento dependentes das imagens fornecidas por equipamentos de outras nações. O programa de cooperação entre Brasil e China, através da série de satélites de sensoriamento remoto CBERS, trouxe significativos avanços científicos ao Brasil. Suas imagens são usadas desde o controle do desmatamento e queimadas na Amazônia Legal, até o monitoramento de recursos hídricos, áreas agrícolas, crescimento urbano e ocupação do solo.

Busca-se neste trabalho avaliar a utilização das imagens CBERS 2 para o mapeamento do uso do solo intra-urbano. A identificação e espacialização dos diferentes usos do solo urbano são de fundamental importância ao planejamento, auxiliando o diagnóstico das cidades.

Segundo Ribeiro da Silva (2004) a cidade é um espaço dinâmico, resultante da atuação constante dos agentes produtores do espaço urbano, sendo local que possibilita a maximização da reprodução capitalista. Ao mesmo tempo, é resultado do conjunto de práticas sociais, de fatores econômicos e políticos que se expressam no interior da sociedade.

Na avaliação dos resultados obtidos no mapeamento do solo intra-urbano, utilizando imagens CBERS 2 do ano de 2004, foram utilizados resultados de mapeamento obtidos a partir de imagens LANDSAT 7, do ano de 2000. A defasagem temporal dos dados não se mostrou como empecilho para sua comparação. Pelo fato de ambos os dados serem de média resolução espacial, não permitindo uma análise detalhada do ambiente intra-urbano, eventuais mudanças de uso (residencial a comercial, principalmente), assim como alterações significativas no uso do solo, como o surgimento de loteamentos, indústrias ou comércios de grande porte que puderam ser identificados visualmente, não constituíram fontes de erro.

Esta comparação, entre dados CBERS 2 e LANDSAT 7, se deve aos seguintes fatores: existência de inúmeras pesquisas com resultados satisfatórios em relação ao mapeamento de

áreas urbanas com a série de satélites LANDSAT; dados apresentam resoluções espaciais próximas (20m e 30m, respectivamente), fator este que é diferencial na análise do ambiente urbano; necessidade de avaliação dos dados CBERS 2 na geração de mapas de uso do solo urbano confiáveis, a um baixo custo e com possibilidade de serem atualizados periodicamente.

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos mapeando-se o solo urbano através de imagens LANDSAT e imagens SPOT.

Niero (1978) ao utilizar dados do LANDSAT 1 para classificação do uso do solo intra-urbano de São José dos Campos concluiu que todos os tipos de classificação utilizadas unicélula, multicélula, aquisição interativa de assinaturas e classificador de amostras foram influenciadas pela grande superposição espectral das classes de uso analisadas. No estudo desenvolvido analisou as classes residencial unifamiliar, residencial multifamiliar, comercial, industrial, institucional, agrícola e desocupada.

Lo (1995) no desenvolvimento de trabalho para estimativa de unidades residenciais realizou a classificação automática de imagens SPOT nas classes residencial alta densidade, residencial baixa densidade, espaços vazios, industriais, áreas governamentais, áreas de recreação. Para as classes residencial de alta densidade e baixa, de interesse para a estimativa de população, obteve a precisão de 86%.

Gong and Howarth (1992) desenvolveram classificação contextual para analisar a franja rural – urbana da área metropolitana da cidade de Toronto usando imagens SPOT multiespectrais. Analisaram a separabilidade de 14 classes de uso da terra sendo que 8 delas relacionam-se ao uso do solo urbano como: residencial unifamiliar antiga, residencial unifamiliar – recente, industrial/comercial/institucional, construções abandonadas, campos de golfe, parques, solo exposto, áreas em construção (presença de fundações). O melhor resultado obtido relativo à precisão das classificações medidas pelo coeficiente Kappa foi de 0,616.

Treitz et al. (1992) ao analisar a aplicação de dados SPOT Multiespectral e Pan para o mapeamento de uso e cobertura vegetal natural da terra na franja urbana de Toronto, usando classificação digital, obtiveram as seguintes classes: área residencial baixa densidade, solo exposto, áreas em construção, industrial/comercial, floresta e áreas agrícolas em pousio.

2. Área de estudo

A área de estudo escolhida para este trabalho foi a cidade de São José dos Campos, compreendendo somente o perímetro urbano. Este limite foi determinado em função do objetivo principal do trabalho ser o mapeamento do uso do solo urbano, do conhecimento do campo e de estudos anteriores já terem sido realizados na mesma área, contribuindo para a rapidez na montagem do banco de dados, assim como para a validação e avaliação dos resultados obtidos.

Sabe-se que, em grande parte das cidades brasileiras, os limites urbanos não correspondem somente às áreas urbanizadas, eles abrangem áreas de ocupação tipicamente rural, áreas agrícolas, de proteção ambiental, reflorestamentos, etc. Sendo o objetivo principal deste trabalho a verificação das possibilidades de análise dos dados CBERS 2 do ambiente *essencialmente* urbano e, não sendo sempre possível se obter o limite da área urbanizada de uma determinada cidade, foram testadas classificações utilizando como base o perímetro urbano e a área urbanizada.

3. Materiais

Na realização desta pesquisa foram utilizados dados obtidos do satélite CBERS 2, que podem ser encontrados em detalhes no site <http://www.cbbers.inpe.br>.

A órbita do CBERS 2 é heliosíncrona a uma altitude de 778 km, perfazendo cerca de 14 revoluções por dia. Nesta órbita, o satélite cruza o Equador sempre na mesma hora local, 10:30h da manhã, permitindo assim que se tenha sempre a mesma condição de iluminação solar para a comparação de imagens tomadas em dias diferentes. A capacidade de apontamento lateral da câmera CCD de alta resolução aliada ao tipo de órbita do satélite torna possível obter-se pares estereoscópicos de uma certa região com um intervalo de três dias entre duas imagens.

No presente trabalho foram utilizadas imagens CBERS 2, bandas 2, 3 e 4 do sensor CCD, órbita/ponto 153/126, data da passagem 30 de janeiro de 2004. As principais características da câmera imageadora de alta resolução CCD podem ser vistas na **Tabela 1**.

Tabela 1- Principais características da câmera CCD do satélite CBERS 2.

Características da Câmera Imageadora de Alta Resolução CCD	
Bandas espectrais	0,51 - 0,73 μm (pan) 0,45 - 0,52 μm (azul) 0,52 - 0,59 μm (verde) 0,63 - 0,69 μm (vermelho) 0,77 - 0,89 μm (infravermelho próximo)
Campo de Visada	8,3°
Resolução espacial	20 x 20 m
Largura da faixa imageada	113 km
Capacidade de apontamento do espelho	$\pm 32^\circ$
Resolução temporal	26 dias com visada vertical (3 dias com visada lateral)
Frequência da portadora de RF	8103 MHz e 8321 MHz
Taxa de dados da imagem	2 x 53 Mbit/s
Potência Efetiva Isotrópica Irradiada	43 dBm

No processamento digital dos dados foram analisados no software SPRING - Sistema de Processamento de Imagens Georreferenciadas (Inpe, 2004) instalado numa plataforma PC – 1.73GHz, 512MB de RAM, 60 Gb.

Os dados vetoriais referentes ao Perímetro Urbano de São José dos Campos, assim como o limite da Área Urbanizada, foram obtidos a partir da base de dados geográficos “Cidade Viva” da Prefeitura Municipal de São José dos Campos (PMSJC, 2003). Este último limite foi obtido através de imagens LANDSAT 7, de 15 de agosto de 2001 e diz respeito à área efetivamente urbanizada contida no Limite Municipal da cidade, incluindo áreas urbanizadas no perímetro de expansão urbana e até na zona rural.

Na avaliação dos resultados obtidos foi utilizada uma classificação automática feita a partir de uma imagem LANDSAT 7, de 9 de janeiro de 2000, órbita/ponto 218/76, e o mosaico digital ortorretificado, obtido em julho do ano 2000, na escala 1:30.000 e resolução espacial de 0,6 m pela empresa Base Aerofotogrametria S.A., como base cartográfica.

4. Metodologia

A fim de se aproveitar ao máximo as vantagens dos processos automáticos em análise dos dados de sensoriamento remoto, reduzindo-se assim a subjetividade, inerente à interpretação visual, e também a otimização de tempo no processo total de classificação, para este mapeamento do uso do solo urbano optou-se por classificar automaticamente as imagens no software SPRING.

Inicialmente foi criado um banco de dados, onde as imagens CBERS 2 foram inseridas, usando-se a opção Registro de Imagens e tendo como base o mosaico digital ortorretificado.

As áreas de estudo foram então delimitadas nas bandas 2, 3 e 4 a partir das máscaras contendo o Perímetro Urbano do município e o limite da Área Urbanizada, obtidas a partir do uso de um programa em LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico).

Em seguida foi feita a segmentação das imagens, por crescimento de regiões, utilizando os limiares 8 e 10, para similaridade e área respectivamente, no caso do Perímetro Urbano e os limiares 8 e 20, no caso da área Urbanizada. Estes valores se mostraram mais adequados para a maior separabilidade do uso do solo urbano. Este procedimento foi repetido utilizando-se as seguintes combinações de bandas: 1-3-4, 2-3-4 e 1-2-3-4.

Foi realizada uma classificação não-supervisionada, utilizando o classificador Ioseg, e testados os limiares de aceitação 99,9%, 99% e 95%, disponíveis no SPRING. As classes geradas no processo de classificação através dos limiares citados foram sobrepostas às imagens e analisadas em função da separabilidade de usos urbanos. Foi selecionado o limiar de 95% como sendo aquele que proporcionou um melhor resultado de acordo com os objetivos do trabalho.

Este procedimento foi feito para as áreas do Perímetro Urbano e do limite da Área Urbanizada.

A partir da classificação automática foi feito o mapeamento das classes obtidas para gerar um modelo temático com as classes de interesse. Diversas associações foram feitas e o agrupamento de algumas classes foi definido em função do uso do solo dominante.

Para cada limite definido (perímetro urbano e limite da área urbanizada) foram geradas 3 classificações. Estas foram comparadas visualmente, sendo feita uma análise qualitativa com base no mosaico ortorretificado e conhecimento de campo.

A partir desta análise verificou-se que o uso das bandas 2-3-4 do CBERS 2 foi a composição que apresentou melhor separabilidade de usos intra-urbanos.

A seguir foi feita uma avaliação quantitativa da melhor classificação. Para se estimar a precisão do mapeamento foi realizada uma amostragem aleatória considerando-se os polígonos classificados.

Inicialmente foram definidos pontos equivalentes ao centro de massa de todos os polígonos classificados através do item *Seleção de Pontos Amostrais*, na opção *Ferramenta* do SPRING.

Através do programa Excel foi feito um sorteio randômico dos pontos amostrais, quando foram selecionados 10% do total (619 pontos para o Limite Urbano e 440 pontos para a área Urbanizada). Esses pontos foram inseridos no SPRING a fim de serem espacializados novamente, como é exemplificado na **Figura 1**.

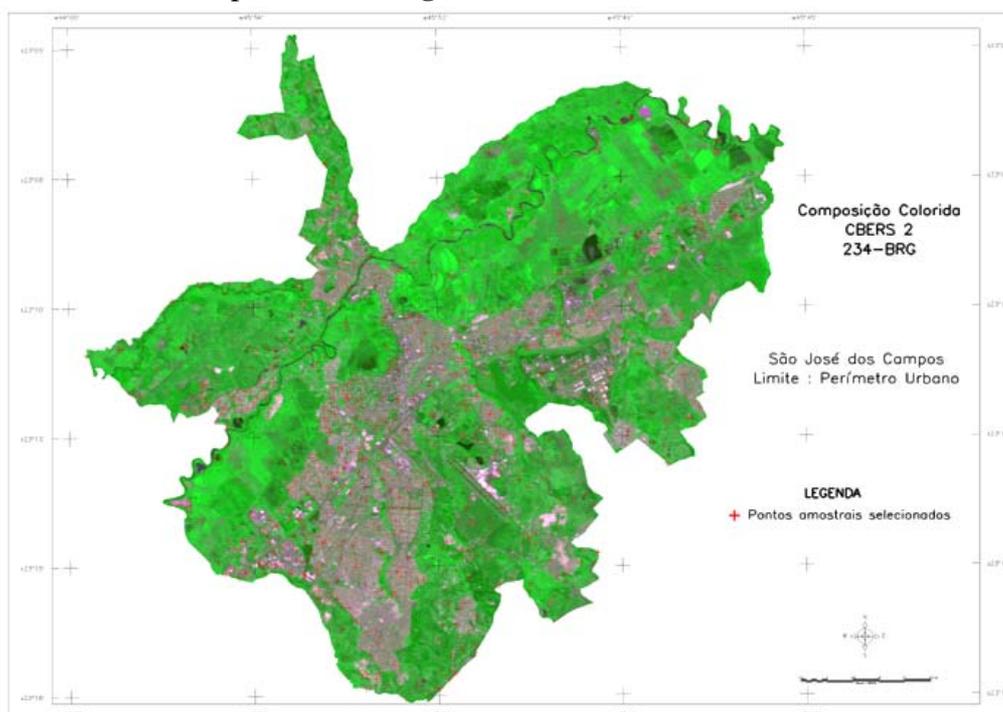


Figura 1 – Espacialização dos pontos amostrais para o Limite Urbano.

Inicialmente foi verificado o uso do solo, associado aos pontos amostrais selecionados, obtido na classificação automática que foi confrontado com o uso identificado no mosaico digital ortorretificado.

A avaliação da precisão da classificação automática para os pontos amostrais foi feita utilizando-se a estatística Kappa, que permite a observação de erros de inclusão e omissão.

5. Resultados

PERIMETRO URBANO

A partir da classificação automática foram obtidas 10 classes de uso do solo. As classes de uso do solo intra-urbano foram definidas conforme segue.

A classe *residencial unifamiliar densa* foi subdividida em função da densidade de construções e arborização existente. Na classe *residencial unifamiliar densa 1* há predominância de maior densidade de construções e menor presença de arborização, na classe *residencial unifamiliar densa 2* há predominância de menor densidade de construções e maior presença de arborização. Estas classes se encontram espacializadas na **Figura 2**.

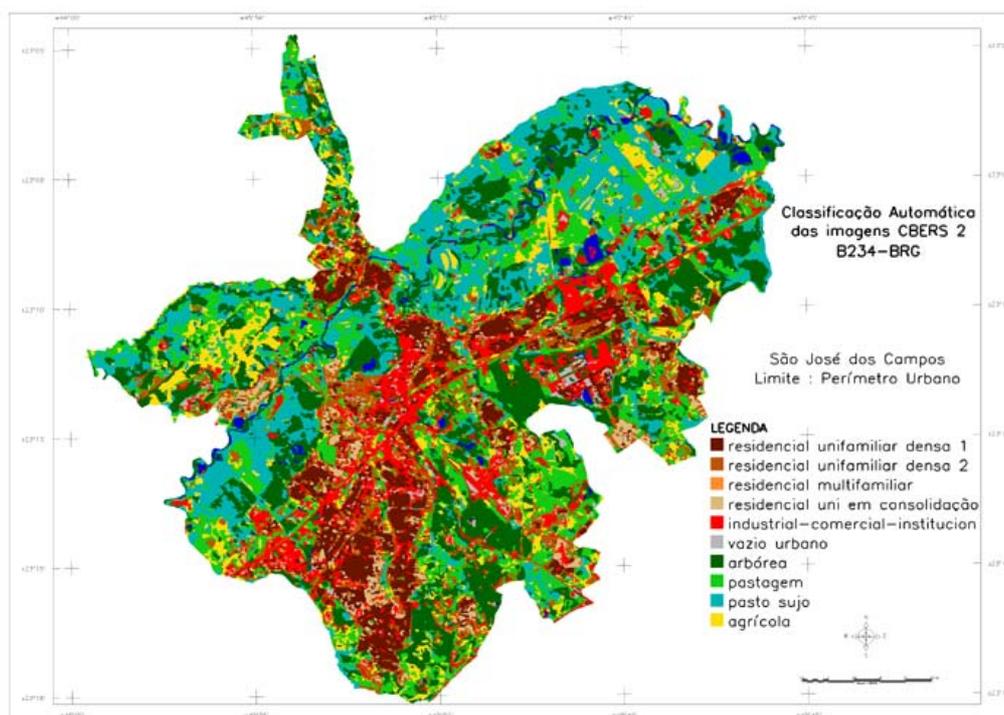


Figura 2 – Classificação obtida a partir das imagens CBERS 2 – Perímetro Urbano.

Pela análise da **Figura 2** verifica-se um resultado satisfatório em relação à separabilidade das áreas urbanas e demais usos da terra contido no perímetro urbano.

Pôde-se verificar que as construções de grande porte (indústrias, galpões, instituições, shoppings) são identificadas, embora não possam ser delimitadas em toda sua extensão, já que apresentam vários tipos de alvos, como gramados, vegetação arbórea, pátios asfaltados, água (lagos e tanques), áreas de estocagem de materiais e produtos.

Com relação às áreas residenciais verifica-se que aquelas onde há um adensamento de construções, característico de população de média e baixa renda, *residencial unifamiliar densa 1*, foram satisfatoriamente identificadas quanto à sua distribuição espacial, mostrando onde ocorre a concentração destas classes. Esta distribuição está associada ao processo de periferização e ocorrência dos bairros antigos, do início da urbanização da área de estudo.

As áreas classificadas como *residencial unifamiliar densa 2* tiveram sua distribuição espacial coincidente com a realidade do município.

Quanto às áreas *residenciais em consolidação* também foram evidenciadas com uma precisão razoável, mostrando áreas onde ainda ocorre o processo de adensamento e áreas da cidade de ocupação recente, que revelam o processo de dispersão urbana.

O resultado da classificação foi quantificado e pode ser visto na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Matriz de confusão para o Perímetro Urbano.

		REFERÊNCIA TERRESTRE										TOTAL
		Residencial Unifamiliar Denso 1	Residencial Unifamiliar Denso 2	Residencial em consolidação	Industrial/Comercial/Institucional	Vazio Urbano	Agrícola	Água	Arbórea	Pastagem	Pasto sujo	
CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA IMAGEM CBERS	Residencial Unifamiliar Denso 1	66	10	8	14	1	0	0	0	1	0	100
	Residencial Unifamiliar Denso 2	4	25	25	29	6	3	0	1	5	2	100
	Residencial em consolidação	10	2	40	38	6	0	1	0	3	0	100
	Industrial/Comercial/Institucional	6	4	14	57	5	2	2	4	4	2	100
	Vazio Urbano	11	4	0	40	29	2	1	12	1	0	100
	Agrícola	0	1	5	6	5	15	0	7	25	36	100
	Água	0	0	0	4	0	8	63	18	2	5	100
	Arbórea	0	0	0	7	0	3	4	61	6	19	100
	Pastagem	1	2	14	10	9	5	1	1	53	4	100
	Pasto sujo	0	1	1	0	0	5	3	6	8	76	100
	TOTAL	98	49	107	205	61	43	75	110	108	144	1000

A análise da **Tabela 2** mostra que as classes associadas aos usos de solo não-urbanos não se sobrepuseram às classes residenciais, tendo ocorrido somente alguma superposição com a classe *Industrial/Comercial/Institucional*, por esta última apresentar algumas feições semelhantes aos alvos das classes *agrícola* (galpões, solos preparados para cultivo ou culturas recém colhidas), das classes *pastagem e pasto sujo* (gramados e áreas verdes), da classe *arbórea* (bosques e áreas de reflorestamento ou matas preservadas) e da classe *água* (reservatórios).

O mesmo tipo de superposição, gerando erros de inclusão, ocorreu com a classe *vazio urbano* que apresenta maior interseção com as classes *Industrial/Comercial/Institucional* por esta última apresentar alvos semelhantes a um vazio urbano dentro dos seus limites.

A classe *residencial em consolidação* se sobrepôs principalmente à classe *Industrial/Comercial/Institucional* por apresentar grandes áreas de solo exposto.

A classe *residencial unifamiliar densa 1* teve melhor resultado em relação à classe *residencial unifamiliar densa 2*, apesar de ambas terem apresentado superposição em relação à classe *Industrial/Comercial/Institucional*. Este resultado foi semelhante ao apresentado por Lo, 1995, que realizou estudos em Hong Kong utilizando dados do satélite SPOT. Isto pode ser explicado pelo fato de a classe *residencial unifamiliar densa 2* apresentar alvos também encontrados nas construções industriais, comerciais e institucionais como: arborização, gramados e áreas não-edificadas. Esta classe também apresentou bastante confusão em relação à classe *residencial em consolidação*, pelo fato de esta última apresentar lotes desocupados, definindo uma feição semelhante à da primeira classe (baixa densidade de construções).

Pela análise da **Tabela 2** verifica-se grande confusão entre as classes de uso do solo intra-urbano, que pode ser explicada pela grande variedade de alvos formadores destas classes, mencionada em diversos trabalhos, incluindo estudos detalhados sobre assinatura espectral de alvos urbanos realizados por Herold et al, 2002.

Apesar de as áreas urbanas, assim como aquelas predominantemente residenciais, poderem ser facilmente separadas dos demais usos urbanos em fotografias aéreas, a

porcentagem de acertos para estas classes ficou abaixo de 50%, como se pode observar na **Tabela 3**.

Tabela 3 – Erros de omissão e inclusão da classificação dentro do Perímetro Urbano.

	acertos (%)	erros inclusão (%)	erros omissão (%)
Industrial/Comercial/Institucional	57,00%	43,00%	72,20%
Residencial em consolidação	40,00%	60,00%	62,62%
Residencial Unifamiliar Denso 1	66,00%	34,00%	32,65%
Residencial Unifamiliar Denso 2	25,00%	75,00%	40,48%
Vazio Urbano	29,00%	71,00%	52,46%
Média das classes	43,40%	56,60%	52,08%

Conforme se observa na **Tabela 3**, os erros de omissão e de inclusão foram altos, com Kappa de **0,165100**.

ÁREA URBANIZADA

Foram obtidas 7 classes de uso do solo para o limite da área urbanizada. Além das classes *residencial unifamiliar densa 1 e 2, em consolidação, industrial-comercial-institucional, vazio urbano*, obtidas na classificação anterior, foi identificada a classe *residencial multifamiliar*, pois na análise puderam ser identificadas áreas com predomínio de construções verticais. Quanto às classes não-urbanas, foi mantida apenas uma delas, nomeada como *vegetação*. Estas classes se encontram espacializadas na **Figura 3**.

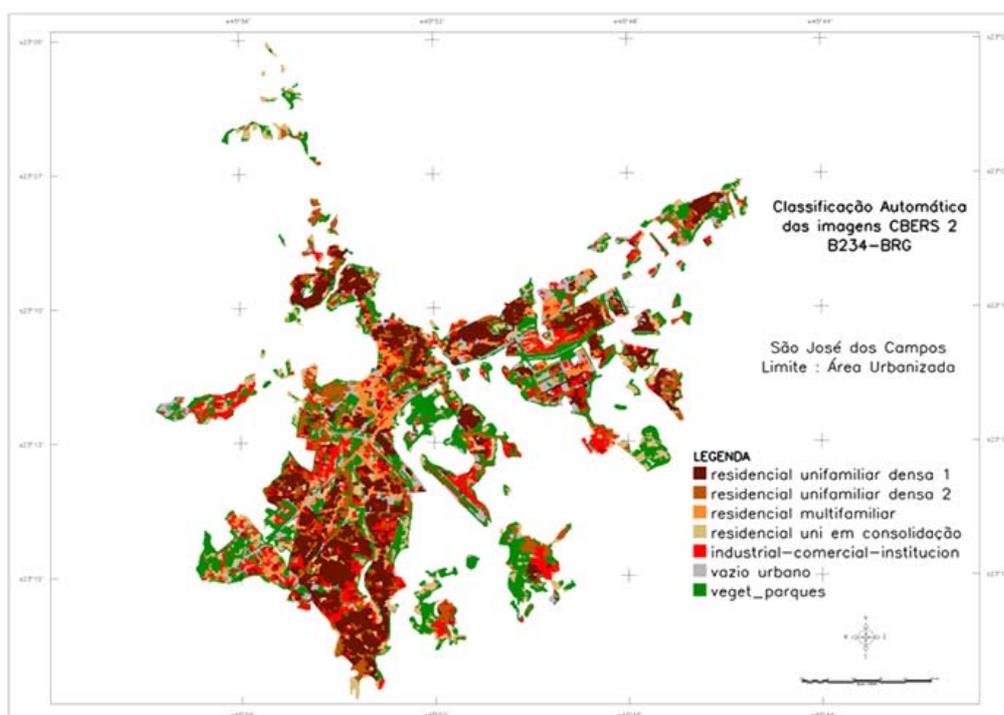


Figura 3 – Classificação obtida a partir das imagens CBERS 2 – Área Urbanizada.

Pela análise da **Figura 4** verifica-se um resultado satisfatório em relação à separabilidade intra-urbana. Assim como na classificação feita para o perímetro urbano, pôde-se verificar que as construções de grande porte são discriminadas. As áreas residenciais, *residencial unifamiliar densa 1 e 2*, foram satisfatoriamente identificadas quanto à sua distribuição espacial, mostrando onde ocorre a concentração destas classes. As áreas onde ainda ocorre o processo de adensamento e ocupação recente, identificadas como *residenciais em consolidação*, também tiveram boa precisão no mapeamento. A melhoria desta classificação em relação àquela feita para o perímetro urbano foi a possibilidade de identificação das áreas com predominância de verticalização, associadas à classe *residencial multi-familiar*.

Os erros de omissão e inclusão associados à classificação foram quantificados e podem ser vistos na **Tabela 4**.

Tabela 4 - Erros de omissão e inclusão da classificação na Área Urbanizada.

	acertos (%)	erros inclusão (%)	erros omissão (%)
Industrial/Comercial/Institucional	67,90%	32,10%	49,07%
Residencial em consolidação	61,54%	38,46%	35,48%
Residencial Unifamiliar Denso 1	80,77%	19,23%	44,74%
Residencial Unifamiliar Denso 2	38,16%	61,84%	39,58%
Residencial Multifamiliar	50,00%	50,00%	33,33%
Vazio Urbano	47,54%	52,46%	36,96%
Média das classes	57,65%	42,35%	39,86%

Conforme se observa na **Tabela 4**, houve uma redução significativa dos erros de omissão e de inclusão em relação à classificação anterior. A quantificação deste resultado foi feita através da estatística Kappa, onde se obteve um valor de **0,302323**, considerado “razoável”.

Os resultados aqui obtidos, quando comparados qualitativamente à mapeamentos realizados anteriormente com dados do LANDSAT, se mostraram semelhantes. Entretanto, pelo fato de terem sido utilizadas imagens onde ainda estavam sendo realizados ajustes radiométricos, este trabalho deve ser repetido, para se aumentar a confiabilidade e, eventualmente a precisão, dos resultados obtidos.

6. Conclusão

O mapeamento realizado utilizando apresentou baixa precisão para o limite do *Perímetro Urbano*, tendo sido esta melhorada para o limite da *Área Urbanizada*. Isto se deve ao fato de os alvos urbanos apresentarem semelhanças espectrais nos comprimentos de ondas cobertos pelo sensores em questão (CBERS 2 e LANDSAT). O problema fundamental do Sensoriamento Remoto neste tipo de mapeamento é que, enquanto há relação relativamente direta entre cobertura da terra e a reflectância espectral detectada, o mesmo não ocorre sempre com o uso do solo. O uso do solo é um conceito abstrato, uma mistura de fatores culturais e econômicos, a maioria dos quais não pode ser diretamente determinado através do Sensoriamento Remoto, conforme observou Barnsley et al. (2001) quando diz que a cobertura da terra (land cover) refere-se aos aspectos físicos da superfície de uma dada parcela do solo, por exemplo, grama, concreto, água, enquanto que o uso do solo (land use) refere-se à atividade humana que ocorre naquela área como residencial, comercial ou industrial.

De forma geral, ainda que os limites geográficos dos usos intra-urbanos não tenham sido delimitados satisfatoriamente, este método permitiu um bom direcionamento na identificação destes usos, possibilitando uma boa frequência de ocorrência dos mesmos.

Dada a importância do mapeamento dos diferentes usos do solo intra-urbano, enquanto informações úteis aos planejadores, tornam-se cada vez mais necessárias melhorias nesse processo, tais como àquelas obtidas através da classificação textural e orientadas a objeto.

7. Referências

Gong, P.; Howarth P.J. **Frequency – Based Contextual Classification and Grey – Level Vector Reduction for Land – Use Identification**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 43 (4) : 423-437, Apr., 1992 (Volume LVIII number 4 april 1992, pag. 423 - 437).

In: Donnay, J.P.; Barnsley, M.J.; Longel, P.A. **Remote Sensing and Urban Analysis**. London, Taylor& Francis, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE - SPRING – **Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas**. <http://www.dpi.inpe.br/spring>. 2003;

Lo, C.P. **Automated Population and dwelling unit estimation from high resolution satellites images : a GIS approach.** International Journal of Remote Sensing, 16 (1): 17-34, 1995. (Vol.16, no.1, 17 – 34).

Niero, M. **Utilização de dados orbitais do Landsat na classificação de uso do solo urbano de São José dos Campos.** São José dos Campos, INPE, julho de 1978. (INPE-1295-TPT/093).

Ribeiro da Silva, W. Novos Centros, Novas Centralidades, Novas Diferenças. **A Fragmentação do Espaço Urbano de Londrina.** Geografia, 29 (1): 55-74 jan. abr., 2004 (Geografia, volume 29, número 1, janeiro a abril de 2004. Associação de Geografia Teorética (AGETEO), Rio Claro, SP., pág. 55 a 70).

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS PREFEITURA MUNICIPAL. **Banco de dados geográficos SPRING 3.6.03.** Tutorial. 1 CD-ROM. Cidade viva. São José dos Campos, 2003.

Treitz, P.M.; Howarth, P.J.; Gong, P. Application of Satellite and GIS Technology for Land – Cover and Land – Use Mapping at the Rural – Urban Fringe: A Case Study **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing** Volume LVIII, number 4, April 1992, pag. 439 – 448