

Caracterização intra-urbana das áreas de expansão periféricas e periurbanas da Região Metropolitana de São Paulo com o uso de imagens de alta resolução espacial visando espacializar as áreas de vulnerabilidade socioambiental

Claudia Durand Alves¹
Madalena Niero Pereira¹
Humberto Prates da Fonseca Alves²
Antonio Miguel Vieira Monteiro¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
{durand, madalena}@dsr.inpe.br / miguel@dpi.inpe.br

² Universidade Federal de São Paulo - UNIPESP
Rua Botucatu, 740 CEP 04023-900 - Guarulhos - SP, Brasil
humbiro@yahoo.com.br

Abstract: This study aimed to evaluate the main contribution of data extracted from high resolution images in the analysis of the processes of urban sprawl and socioenvironmental vulnerability situations. We used high spatial resolution images of IKONOS 2 satellite, a hyper-peripheral region of the city of Sao Paulo in the period 2000 to 2006 and were taken as the basic unit IBGE census tracts. That region includes the district of Tiradentes City and surrounding areas. In that sense it was analyzed the ways these two phenomena are linked, particularly as the process of urban expansion and growth in outlying areas and peri-urban areas generate new situations of vulnerability by promoting the presence of the low-income population in areas without infrastructure and urban services, and with exposure to risks and environmental degradation. The significant increase this form of expansion causes high levels of socioenvironmental vulnerability of this population, which presents itself with the emergence and expansion blends of irregular and shantytowns in areas at risk and in areas protected by environmental legislation. With that aims to supply subsidies for diagnosing study area that involved the study of public policies formulated and implemented, makes it possible to regulate and contain the processes of expansion and urban sprawl, with the aim of preventing and mitigating circumstances of the socioenvironmental vulnerability. How continuity to this study, the procedures carried out has been achieved through automated methods (object-oriented analysis) and with the use of images HRC-CBERS-2B, due to benefits related to reducing costs, time and subjectivity of the process of intra-urban classification.

Palavras-chave: urban growth, remote sensing, socioenvironmental vulnerability, expansão urbana, sensoriamento remoto, vulnerabilidade socioambiental

1. Introdução

A segunda metade do século XX marcou a aceleração do processo de urbanização no Brasil, e no Estado de São Paulo em particular. Entre as consequências deste processo, pode-se destacar: a formação de regiões metropolitanas; a verticalização e adensamento das áreas já urbanizadas; e a expansão urbana para as áreas periféricas. No Estado de São Paulo, estes processos assumiram grandes proporções, fazendo com que a população urbana atingisse 38 milhões de pessoas em 2006 (94% da população paulista). Grande parte desta população urbana vive em regiões de caráter metropolitano, sendo a principal delas a Região Metropolitana de São Paulo, que abrange 39 municípios (REIS e TANAKA, 2007; MEYER et al., 2004).

Muitas são as dinâmicas de urbanização que se desenvolvem nesta metrópole, as quais se dão em diferentes dimensões (social, econômica, política, institucional e ambiental) e em diferentes escalas espaciais (nacional, estadual, macro-regional, regional, municipal, intra-urbana e local). Neste trabalho, buscou-se estudar algumas dimensões sociais e ambientais das dinâmicas de urbanização que estão ocorrendo em uma região hiper-periférica da Metrópole

de São Paulo com o foco nos processos de expansão urbana (periferização e peri-urbanização) e nas situações de vulnerabilidade socioambiental, procurando analisar as inter-relações entre estes dois fenômenos.

Os processos de expansão urbana, periferização e peri-urbanização, que se desenvolvem na Metrópole de São Paulo, são muito diversos, envolvendo tanto a dispersão espacial de grupos de baixa renda (exemplificados pela autoconstrução e por loteamentos irregulares e favelas), quanto de grupos de média e alta renda (exemplificados pelos condomínios fechados). Estas dinâmicas de ocupação das áreas periféricas e peri-urbanas têm fortes implicações sociais e ambientais. Entre os impactos socioambientais deste processo de periferização, estão o aumento das jornadas entre o centro e as áreas periféricas e peri-urbanas, com conseqüente aumento do trânsito e da poluição do ar. A expansão destas áreas também implica na ausência de saneamento básico, principalmente rede de esgoto, e poluição de rios e córregos, além de um forte processo de desmatamento e degradação ambiental (TORRES et al., 2007).

Já as situações de vulnerabilidade socioambiental podem ser definidas como a sobreposição ou cumulatividade de problemas e riscos sociais e ambientais, que se concentram em determinadas áreas, espalhadas por toda a Metrópole. Esta sobreposição (ou coexistência espacial) faz com que situações de pobreza e vulnerabilidade social, presentes em muitas áreas periféricas e peri-urbanas, sejam agravadas por situações de exposição a riscos e degradação ambiental, tais como enchentes, deslizamentos de terra, poluição, contato com doenças de veiculação hídrica etc. Portanto, acredita-se que a categoria vulnerabilidade socioambiental pode captar e traduzir os fenômenos de sobreposição espacial e interação entre os problemas sociais e ambientais, sendo adequada para analisar o crescente entrelaçamento entre as dimensões social e ambiental da urbanização (ALVES e TORRES, 2006).

Tendo em vista os elementos expostos, o objetivo geral deste trabalho é fornecer subsídios para a análise dos processos de expansão urbana e as situações de vulnerabilidade socioambiental e as inter-relações entre os dois fenômenos, em uma região hiper-periférica da Metrópole de São Paulo no período recente (2000 a 2006) em escala intra-urbana. Deste modo, são analisadas as maneiras como estes dois fenômenos estão associados, particularmente como os processos de expansão urbana e o crescimento das áreas periféricas e peri-urbanas geram novas situações de vulnerabilidade socioambiental, ao promover a presença de população de baixa renda em áreas sem infra-estrutura e serviços urbanos e com exposição a riscos e degradação ambiental. É o caso, por exemplo, do surgimento e expansão de loteamentos irregulares e favelas em áreas de risco e em áreas protegidas por legislação ambiental, nas periferias e áreas peri-urbanas de municípios da Metrópole de São Paulo.

A expansão e caracterização da mancha urbana e sua ocorrência em áreas de risco podem ser obtidas a partir do uso de imagens orbitais de alta resolução espacial. O monitoramento desta expansão torna-se difícil e oneroso se realizado com técnicas convencionais de obtenção de dados como levantamento de campo e levantamentos aerofotogramétricos tradicionais. Em países com dimensões continentais e escassez de recursos para atualização de dados cartográficos fundamentais para estudos que envolvem a espacialização das informações, como no caso do Brasil, o uso de imagens de satélite poderá fornecer informações importantes de diferentes fenômenos que se diferenciam pelo seu dinamismo, como no caso das áreas urbanas, no contexto dos demais usos da terra. Uma fonte confiável de dados para os estudos urbanos, alimentação de modelos urbanos e validação dos mesmos, segundo Peng et al. (2007), pode ser fornecida por sensoriamento remoto.

O avanço tecnológico e o desenvolvimento de novos sensores têm resultado em considerável melhoria da resolução espacial, radiométrica e espectral dos dados. Dessa forma, surgem novas possibilidades de uso de imagens orbitais para estudos urbanos mais detalhados

em nível local (WENG and QUATTROCHI, 2007). Ocorre também um avanço na melhoria da precisão das informações geradas. Os dados retirados das imagens a um baixo custo e de forma sistemática podem ser integrados a informações obtidas através de censos demográficos, pesquisas Institucionais, entre outros e integrados em Sistemas Geográficos de Informação (SIG), podendo ser atualizados, não somente para o planejamento racional do uso de solo, como também para a verificação da implantação das medidas estabelecidas. Com isso, a fiscalização das leis, hoje dificultada pelo pequeno número de técnicos envolvidos no processo; custos associados aos deslocamentos e dificuldade de acesso a determinados aglomerados urbanos, poderia ser realizada em setores de planejamento das prefeituras por pequeno número de profissionais especializados na interpretação de dados de Sensoriamento Remoto e uso do SIG

O lançamento dos satélites da série CBERS, resultante da cooperação China-Brasil, abre novas perspectivas para uso sistemático das imagens orbitais em estudos urbanos em função do custo associado a esses dados; da resolução espacial, atualmente de 2,5m, e das melhorias previstas para os novos satélites. . Nesse sentido, este trabalho tem continuidade atualmente, com o uso das imagens HRC-CBERS 2B da mesma região, obtidas em 2008.

Baseando-se em estudos anteriores (ALVES, 2007 e SOUZA, 2007), e em busca de uma automatização dos métodos de extração das feições de imagens de alta resolução espacial a fim de aumentar a precisão das classificações, reduzir o tempo e a subjetividade do processo manual de classificação, este trabalho vem sendo desenvolvido com a utilização do software Definiens 5.0, que se busca reproduzir o reconhecimento cognitivo do fotointérprete.

A abordagem realizada no Definiens 5.0 faz uma análise sobre segmentos da imagem, denominados objetos, e não apenas sobre os pixels, considerando não somente as características espectrais dos dados orbitais, mas outros como: textura, forma, contexto, relação topológicas, entre outros. Os procedimentos realizados por este sistema são compostos basicamente por dois passos: Segmentação Multiresolução e Classificação. No primeiro são criados objetos em diferentes escalas, de acordo com critérios de forma, cor e homogeneidade, conectados entre si. No segundo, os objetos passam a se relacionar através da definição de uma rede hierárquica (herança dos atributos que descrevem a classe) e da rede semântica (estrutura lógica de relação entre as classes). Na imagem, um objeto representa uma identidade que pode ser individualizada por seus atributos e propriedades da classe que lhe deu origem (DEFINIENS, 2006)s.

Com base em estudos de Pinho (2005), que identificou os atributos que mais bem descreveram as classes de solo intra-urbano em imagens QuickBird, será realizado um mapa de cobertura do solo intra-urbano nas imagens IKONOS utilizadas. Será reproduzida a legenda obtida por meio do mapeamento manual, realizado neste estudo, o qual será utilizado como verdade terrestre, considerando-se a variação temporal de 2 anos na avaliação da exatidão da classificação automática.

2. Material e Metodologia

Na realização do trabalho foi utilizada como área de estudo um trecho da região Leste do município de São Paulo, que inclui o distrito de Cidade de Tiradentes e áreas de ponderação contíguas a ele (Figura 1). Esta área representa uma região na qual está ocorrendo um importante processo de periferização e crescimento de áreas periurbanas na Região Metropolitana de São Paulo, marcada pela presença de grupos populacionais de baixa renda com alta privação social e áreas de risco e degradação ambiental.

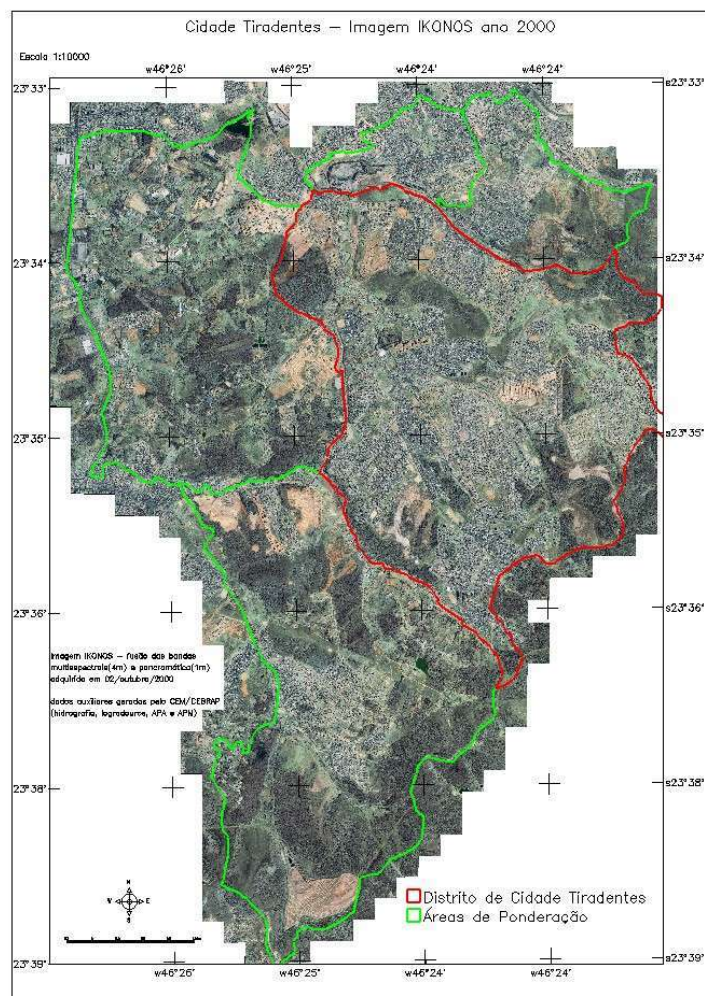


Figura 1 - Área de estudo: Cidade Tiradentes e algumas áreas de ponderação em seu entorno

Para atingir o objetivo proposto no trabalho, analisar os processos de expansão urbana e as situações de vulnerabilidade socioambiental e as inter-relações entre os dois fenômenos, a metodologia utilizada consiste na identificação e análise das áreas, tomando-se como unidade os setores censitários, que apresentaram forte expansão urbana e alta vulnerabilidade socioambiental, no período estudado. Assim, inicialmente, foram mapeadas e caracterizadas as áreas de expansão urbana, por meio da classificação de imagens de alta resolução espacial do satélite IKONOS II dos anos de 2000 e 2006. As imagens IKONOS II utilizadas abrangiam uma área de aproximadamente 50 km² e foram adquiridas em 02 outubro de 2000 e 27 de outubro de 2001, para o ano de referência 2000 e 23 de novembro de 2006, para o ano de referência 2006. Estas datas foram escolhidas a fim de se observar a expansão e/ou adensamento urbano, além das tipologias de ocupação, uma vez que para o ano 2000 havia dados do Censo Demográfico e 2006 correspondia à data mais recente possível disponível nas empresas fornecedoras deste tipo de imagem.

A partir da utilização do software SPRING 4.3.3 foi criado um banco de dados No qual as imagens foram georreferenciadas, tomando-se como base o mosaico ortoretificado de imagens IKONOS II utilizado pela EMLASA referente aos anos de 2002 e 2003. Em seguida, foram importados para o BD os dados complementares disponíveis que auxiliaram no processo de classificação das imagens, além de caracterizarem socioeconomicamente as áreas mapeadas, como no caso das informações advindas dos setores socioeconômicos do Censo 2000. As informações sobre hidrografia foram utilizadas para determinação da

vulnerabilidade ambiental e o Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo da RMSP - 2002 (EMPLASA, 2003) auxiliaram o processo de classificação das imagens IKONOS.

Foi realizada a definição da legenda a ser utilizada, como etapa preliminar à classificação das imagens. A definição das classes que comporiam a legenda de uso e cobertura da terra para a área de estudo foi realizada considerando-se os objetivos do projeto e as legendas existentes desenvolvidas, visando uma padronização das classes de uso da terra. Neste processo baseou-se no sistema desenvolvido por Anderson et al (1972), em esquema de Classes do uso da terra desenvolvidas pelo IBGE (IBGE, 2002) e as classes descritas no Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo da RMSP - 2002 (EMPLASA, 2003). Ainda que as classes tenham sido definidas a priori, a elaboração final da legenda só pôde ser definida durante o processo de classificação das imagens, em função da área estudada e das feições que ela apresentava., processo no qual foram geradas as chaves de interpretação de cada classe, a fim de que este estudo possa ser replicado em outras áreas de estudo semelhantes.

As classificações foram feitas de forma manual, por interpretação visual e edição digital diretamente na tela do computador. No ajuste multitemporal das classificações, foram respeitados critérios de classificação, delimitações das classes e restrições espaciais. Posteriormente, foram definidas as classes de vulnerabilidade social que seriam sobrepostas ao mapeamento de uso do solo urbano realizado a partir das imagens de satélite de 2000. As classes de vulnerabilidade foram obtidas a partir do Mapa de vulnerabilidade social da população da cidade de São Paulo (CEM_CEBRAP/SAS_PMSP, 2004). Este Mapa classificou em oito os grupos de vulnerabilidade social, gerados a partir de combinações entre as dimensões demográfica e socioeconômica, como renda, escolaridade, condições de habitação e estrutura etária, os setores censitários do Censo Demográfico 2000. A Tabela 1, descrita em Alves (2006), relaciona os grupos do mapa de vulnerabilidade social.

Tabela 1 - Correspondência entre os oito grupos do Mapa de Vulnerabilidade Social e os três grandes grupos de vulnerabilidade social

Grupos do Mapa da vulnerabilidade social	Grupos de vulnerabilidade social
Grupo 1 (nenhuma privação)	Baixa vulnerabilidade social
Grupo 2 (privação muito baixa)	
Grupo 3 (baixa privação e famílias idosas)	Média vulnerabilidade social
Grupo 6 (média baixa privação e famílias idosas)	
Grupo 4 (média privação e famílias adultas)	Alta vulnerabilidade social
Grupo 5 (alta privação e famílias jovens)	
Grupo 7 (alta privação e famílias adultas)	
Grupo 8 (altíssima privação e famílias jovens)	

Fonte: CEM-Cebrap, SAS-PMSP (2004).

Neste trabalho os grupos 1, 2, 3, 6, 4, considerados de baixa e média vulnerabilidade foram reagrupados e denominados média/baixa vulnerabilidade social. A seguir foi feito o cruzamento dos planos de informação referentes ao mapa de uso do solo de 2000 e as classes de vulnerabilidade social. Neste processo selecionaram-se as áreas de alta vulnerabilidade social.

O indicador de vulnerabilidade ambiental foi obtido por meio da distância à rede drenagem, que mede o risco da população residente aos riscos de enchente e doenças de veiculação hídrica pelo contato direto com a água contaminada, provocada pela poluição gerada pela ausência da rede de esgoto associada aos loteamentos. Foi feito um buffer de 50 metros em relação a todos os cursos d'água da área de estudo.

Finalmente foram superpostas as áreas de alta vulnerabilidade social àquelas de vulnerabilidade ambiental, obtendo-se assim as áreas de vulnerabilidade socioambiental.

Consideraram-se os setores censitários como de vulnerabilidade socioambiental aqueles com uma porcentagem acima de 50% de área contidos no buffer da rede de drenagem. Embora este critério possa apresentar problemas, devido à extensão territorial dos setores censitários que apresentam vazios em relação à área ocupada pelas unidades residenciais, a explicação para a sua utilização é que os terrenos próximos aos cursos d'água representam a única opção de assentamento para esta população mais pobre, seja por se tratar de áreas invadidas, ou por serem áreas com baixo valor comercial por serem pouco propícias à ocupação, conforme citado em Torres (1997). Assim há alta probabilidade de a porção ocupada do setor censitário estar junto ao curso d'água.

Neste estudo foram identificadas e quantificadas as características e a distribuição espacial das situações de vulnerabilidade socioambiental por meio de indicadores sociodemográficos e ambientais em escala intra-urbana. Deste modo, se dá a integração de tecnologias de sensoriamento remoto, geoprocessamento e de indicadores socioambientais para a análise das inter-relações entre os processos de expansão urbana recente e as situações de vulnerabilidade socioambiental, em nível intra-urbano.

3. Resultados

No mapeamento realizado foram obtidas as classes: residencial unifamiliar; residencial unifamiliar em consolidação; conjunto residencial multifamiliar; conjunto residencial unifamiliar; favela com alta densidade; favela com baixa densidade; industrial/comercial/institucional; vazio intra-urbano; chácaras; aterro sanitário/lixão; mineração; vegetação arbórea; capoeira/campo antrópico e água.

Na análise dos dados, entretanto só foram consideradas as classes urbanas mapeadas. Os resultados das classificações das imagens IKONOS da Cidade Tiradentes, nas datas de 2000 e 2006, respectivamente, podem ser vistos na Figura 2.

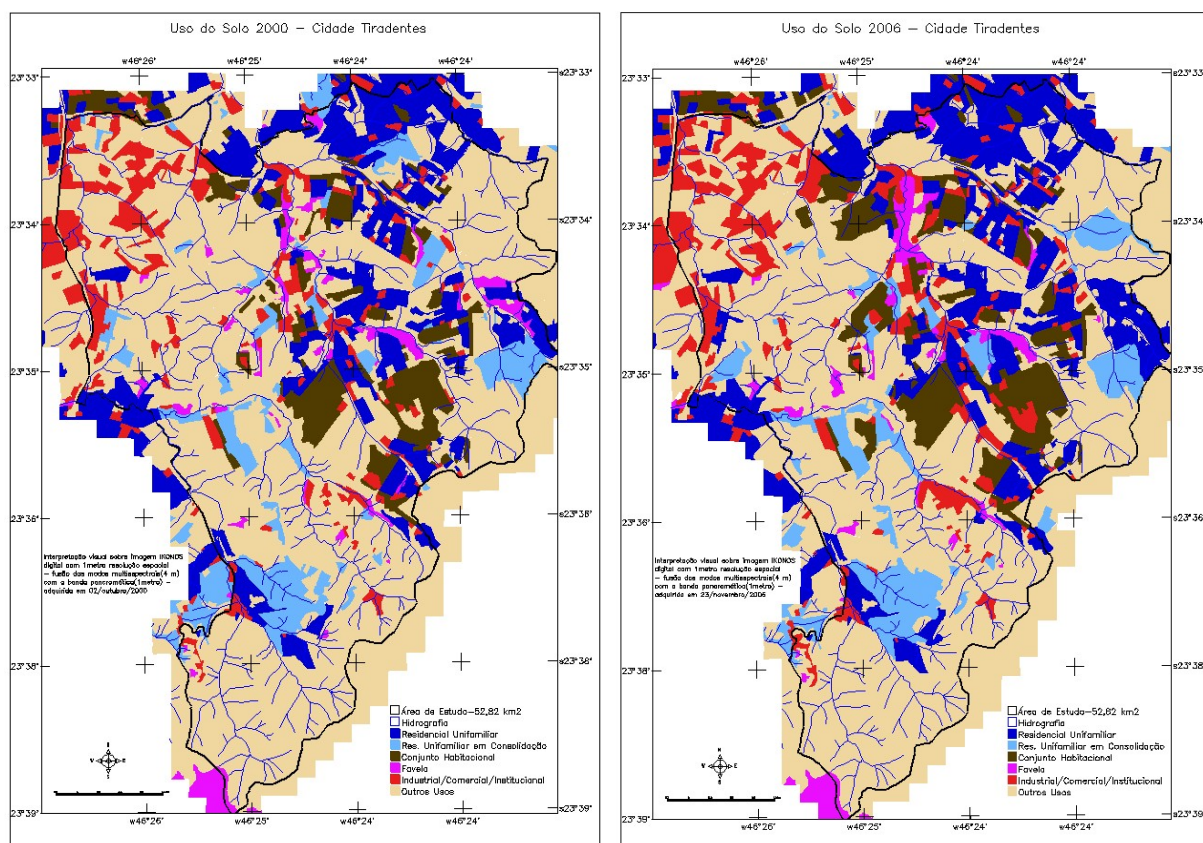


Figura 2 - Resultados das Classificações das imagens IKONOS para os anos de 2000 e 2006

As áreas residenciais unifamiliares se concentram na região norte do município e provavelmente correspondem à região de ocupação mais antiga. Em relação aos conjuntos residenciais há o predomínio deste tipo de ocupação na porção central e norte da área de estudo. As favelas encontram-se presentes em diversas localizações, e em algumas regiões da área de estudo têm a presença de vegetação natural. Apresentam proximidade aos conjuntos habitacionais multifamiliares e córregos. As áreas industriais correspondem a indústrias de grande porte e se localizam na proximidade de grandes avenidas e estradas locais. As áreas ocupadas pelas classes de uso do solo encontram-se discriminadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Áreas de Uso do solo em 2000 e 2006

	Uso do solo IKONOS 2000 área (kmxkm)	Uso do solo IKONOS 2006 área (kmxkm)	Diferença de áreas 2000 – 2006 (%)
residencial unifamiliar	7,48	8,63	1,15
residencial unifamiliar em consolidação	3,48	3,33	-0,16
conjunto habitacional	3,38	4,34	0,96
favela	1,39	1,34	-0,05
industrial/comercial/institucional	4,25	4,99	0,74
outros	32,85	30,21	-2,65
Área total – classes Urbanizadas	19,97	22,62	2,65
Área total das classes	52,82	52,82	

Na área de estudo ocorre dominância da ocupação residencial unifamiliar no período analisado, seguido de áreas em consolidação e conjunto habitacional para os anos 2000 e 2006, respectivamente. Verifica-se pela análise da Tabela 3 uma pequena redução da categoria favela. Pôde-se observar no mapeamento que em determinados casos se tornaram conjuntos residenciais e em outro residencial unifamiliar com a presença de arruamentos definidos indicando provável reurbanização.

O cruzamento do mapeamento com o Mapa de vulnerabilidade socioambiental mostrou que houve um aumento do enquadramento dos usos analisados na classe vulnerabilidade socioambiental no período analisado (Tabela 3).

Tabela 3 - Áreas de Uso do solo em Relação à Vulnerabilidade Socioambiental

	Vulnerabilidade Socioambiental 2000				Vulnerabilidade Socioambiental 2006			
	Baixa		Alta		Baixa		Alta	
	área km2	%	área km2	%	área km2	%	área km2	%
Residencial Unifamiliar	2.66	47.63	1.21	27.10	3.09	49.56	1.56	27.84
Residencial em Consolidação	0.79	14.19	1.35	30.13	0.48	7.68	1.61	28.66
Conjunto Habitacional	1.08	19.38	0.52	11.57	1.38	22.16	0.89	15.86
Favela	0.28	4.96	0.62	13.90	0.34	5.39	0.57	10.23
Industrial/Comercial/Institucional	0.77	13.83	0.78	17.41	0.95	15.16	0.98	17.42
Área urbanizada	5.58		4.48		6.24		5.61	

A classe residencial unifamiliar apresenta maior porcentagem de área na classe baixa vulnerabilidade socioambiental e pequena variação temporal de porcentagem de ocupação, este fato pode ser explicado por essa classe estar localizada, em sua maior parte, em regiões de interflúvios, ou seja, não sujeitas a inundações. A classe conjunto habitacional aumentou significativamente na classe alta vulnerabilidade socioambiental, associada provavelmente à expansão de conjuntos já iniciados em 2000 localizados em áreas de risco. As áreas de favela apresentam redução na classe alta vulnerabilidade socioambiental, provavelmente por terem mudado a categoria de uso do solo, transformada em conjunto habitacional ou residencial unifamiliar.

Os resultados da análise mostram que a área de estudo de Cidade Tiradentes, assim como as periferias e áreas peri-urbanas da Região Metropolitana de São Paulo, continuam crescendo muito rapidamente. Estas áreas são ocupadas por população de baixa renda, como pode ser inferido a partir das imagens para o ano de 2006, e apresentam um elevado número de áreas de ocupação informal em termos de uso do solo.

A metodologia desenvolvida no trabalho representa uma contribuição para o processo de detecção de áreas de alta vulnerabilidade sócio ambiental podendo ser estendidas para outras regiões críticas e trazer subsídios importantes para a determinação de políticas públicas sociais e ambientais relativas ao uso do solo e melhorias de habitação e saneamento. Além disso, esta metodologia poderá ser enriquecida com a introdução de outras variáveis sociais e ambientais importantes na definição de índices sintéticos de vulnerabilidade socioambiental, devido à utilização de um SIG. Com a continuidade deste estudo utilizando-se métodos automáticos de classificação, baseados no conhecimento cognitivo humano, busca-se ganhar tempo e exatidão na realização de análises desta natureza.

Portanto, foi constatado que a expansão urbana e o forte crescimento demográfico que ocorre em áreas periféricas e peri-urbanas como Cidade Tiradentes têm provocado um aumento da vulnerabilidade socioambiental destas áreas. Deste modo, a crescente sobreposição e acúmulo de problemas e riscos sociais e ambientais faz com que situações de pobreza e vulnerabilidade social, presentes em muitas áreas periféricas e peri-urbanas, sejam agravadas por situações de exposição a riscos e degradação ambiental, tais como enchentes, deslizamentos de terra, poluição, contato com doenças de veiculação hídrica etc.

4. Referências Bibliográficas

- ALVES, H. P. F.; TORRES, H. G. Vulnerabilidade Socioambiental na Cidade de São Paulo: uma análise de famílias e domicílios em situação de pobreza e risco ambiental. *Revista São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, volume 20, número 1 – jan./mar. 2006.
- ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. *REBEP*, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 43-59, jan./jun. 2006.
- ALVES, C.D.; PEREIRA, M.N.; FLORENZANO, T.G.; SOUZA, I.S.. Análise Orientada a Objeto com Imagens Landsat no Mapeamento de Áreas Urbanas. São José dos Campos, INPE, 2007 no prelo.
- ANDERSON, J. R., HARDY, E.E., ROACH, J.T. A land use classification system for use with remote-sensor data. , Washington, D.C: Geological Survey, 1972.
- CEM-CEBRAP, SAS-PMSP. Mapa da vulnerabilidade social da população da cidade de São Paulo. São Paulo: Sesc-SP, 2004.
- EMPLASA, Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo da RMSP – 2002. São Paulo, 2003.
- IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeto Levantamento e Classificação do Uso da Terra. Relatório Técnico Executivo da Cobertura e Uso da Terra. F. SF23VD Varginha, 2002.
- MEYER, R.; GROSTEIN, M.; BIDERMAN, C. São Paulo Metrópole. São Paulo: Edusp, 2004.
- PENG, J.; WANG, Y.; YE, M.; WU, J.; ZHANG, Y. Effects of Land - Use Categorization on Landscape Metrics: A Case Study in Urban Landscape of Shenzhen, China. *International journal of Remote Sensing*, vol. 28, nos. 21-22, November 2007, p. 4877 – 4895.
- REIS, N.G.; TANAKA, M.S. Brasil – estudos sobre dispersão urbana. São Paulo: FAU-USP, 2007.
- SOUZA, I.M., ALVES, C.D., ALMEIDA, C.M., PINHO, C.M.D., Caracterização socioeconômica do espaço residencial construído utilizando imagens de alta resolução espacial e análise orientada a objeto. *Geografia*, Londrina, v.16,n.1, p. 119-142, jan/jun 2007.
- TORRES, H. G., ALVES, H. P. F. e OLIVEIRA, M. A. Expansão Urbana, Mercado Imobiliário e Degradação Ambiental em São Paulo. In: HOGAN, D. J. (Org.). *Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro*. Campinas: Núcleo de Estudos de População - NEPO/UNICAMP, 2007. ISBN 987-85-88258-09-9.
- WENG, Q.; QUATTROCHI, D. A. An Introduction to Urban Remote Sensing in Urban Remote Sensing. Taylor & Francis, USA, 2007.