

## O Estudo de Aspectos do Espaço Intra-Urbano Utilizando Imagens CBERS

Sandra Maria Fonseca da Costa <sup>1</sup>  
Rosângela Nicolay Freitas <sup>1</sup>  
Angelica Carvalho Di Maio <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Vale do Paraíba – IPD/UNIVAP  
Av. Shisima Hifumi, 2911 – Urbanova – S. J. dos Campos – SP, Brasil – CEP 12244-000  
{sandra, dimaio@univap.br}

**Abstract.** This paper describes a methodology to study intra-urban space, using CBERS image. Actually, it compared aerial photography mapping of urban hollow in the city of São José dos Campos with CBERS image mapping. It used digital aerial photography, obtained in 2000 and CBERS image, obtained in 2004. The results permitted to conclude that CBERS image are useful to identify intra-urban elements, which can help decisions makers to understand urban dynamic.

**Palavras-chave:** intra-urban space, urban hollows, CBERS image, espaço intra-urbano, vazios urbanos, imagens CBERS.

### 1. Introdução

O espaço se define como um conjunto de formas representativas das relações sociais do passado e do presente e por uma estrutura representada por relações sociais que estão acontecendo, as quais se concretizam através de processos e funções. De acordo com Santos (1978), este é um testemunho de um momento do mundo, “de um modo de produção”.

É muito importante, para compreender o espaço urbano, ou a cidade, estudar e analisar a forma urbana e seu crescimento como subsídios às políticas de planejamento, assim como o intra-urbano. Villaça (1998) aponta que o espaço intra-urbano seria o estudo do arranjo intenso dos espaços urbanos. Para este autor, o estudo das formas é, sem dúvida, o estudo do espaço urbano, sendo atributos do espaço como um todo. Entretanto, para explicar as formas urbanas – os bairros, as direções de crescimento, a forma da mancha urbana, a verticalização, densidades, vazios urbanos etc – é indispensável considerar as relações de determinado ponto, ou conjunto de pontos, com todos os demais pontos do espaço urbano

Costa (1996) afirma que o sensoriamento remoto surge, neste sentido, como uma técnica alternativa e bastante eficiente para subsidiar o estudo do espaço urbano. Esta técnica, aliada a outras tecnologias, fornece a possibilidade de monitorar o crescimento urbano, o espaço intra-urbano (uso da terra, verticalização, entre outros aspectos), e os problemas ambientais decorrentes do processo de expansão da mancha urbana. Os produtos desta tecnologia têm sido utilizados como uma fonte importante de dados, os quais ajudam planejadores urbanos a apreenderem a dinâmica espacial e a forma urbana. Podem fornecer aos planejadores material visual impactante e um método de monitoramento de áreas urbanas, os quais são importantes na formulação e monitoramento de estratégias de planejamento urbano e de políticas municipais.

Assumindo esta discussão como parâmetro norteador, este artigo tem como objetivo analisar a utilização das imagens obtidas pelo sensor CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução) do CBERS (Satélite sino-brasileiro de observação da terra) no estudo do espaço intra-urbano. Para a

realização deste estudo, estabeleceu-se como objeto de análise os vazios urbanos da cidade de São José dos Campos, localizada no estado de São Paulo.

## **2. Sensoriamento Remoto Aplicado ao Estudo do Intra-Urbano**

O sensoriamento remoto orbital tem-se demonstrado como uma importante técnica de auxílio às diversas pesquisas que têm como enfoque o ambiente urbano. A constante aquisição de informações através de sensores, localizados a bordo dos satélites voltados para o estudo de recursos naturais (como os das séries Landsat 7, SPOT 5, Quick Bird, IKONOS, CBERS), sobre uma mesma área, possibilita captar as mudanças ocorridas no espaço urbano a um custo relativamente baixo, quando comparado com outros tipos de levantamento, como o aerofotogramétrico.

Vários fatores determinam a viabilidade ou não da utilização do sensoriamento remoto orbital em estudos urbanos, entre eles: as características urbanas do ambiente a ser estudado, os objetivos do pesquisador e as resoluções espacial, espectral e temporal do sistema. Costa (1996) afirma que 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. Esta, normalmente, é composta por alvos variados, tais como: concreto, asfalto (ruas e avenidas), telhados de diversos materiais, solo exposto, grama, árvores, água etc. Muitas destas coberturas, como salientou Forster (1985), são menores que a resolução de um pixel (ou elemento de resolução), dependendo do sensor.

Em ambientes intra-urbanos, esta situação é ainda mais evidente. Como analisa Forster (1985), em uma área residencial, a densidade de construção pode ser baixa, com pouca vegetação. Ao mesmo tempo, uma outra área residencial pode possuir uma alta densidade de construção, com baixo índice de vegetação ou, ainda, ser totalmente desprovida de vegetação. Esta variabilidade dificulta a classificação do ambiente urbano em classes homogêneas.

Costa (1996) mostrou que, em relação à faixa espectral mais adequada para o estudo de áreas urbanas, o asfalto, o concreto e a telha, alvos bem comuns em áreas urbanas, possuem uma área de absorção na faixa do infravermelho próximo. Assim, para ressaltar o contraste existente entre o urbano e o não-urbano, constituído na maioria das vezes por áreas agrícolas e/ou de vegetação em geral, é usual a utilização de imagens obtidas na faixa do vermelho e infra-vermelho próximo do espectro ótico.

Além das imagens obtidas por sensores de altíssima resolução espacial (Quick Bird e IKONOS), outros sensores fornecem imagens de resolução espacial e espectral adequadas ao estudo de áreas urbanas, entre eles o ETM/Landsat, HRV/SPOT, CCD/CBERS, entre outros. De acordo com o INPE (2004), o Satélite sino-brasileiro de observação da terra (CBERS-1) é um projeto conjunto entre o Brasil e a China. Este foi lançado em Outubro de 1999 e o CBERS-2 em Outubro de 2003, com três sensores: imageador de visada larga (WFI), a câmara CCD de alta resolução e o varredor multiespectral infravermelho (IR-MSS).

A Câmera CCD opera em 5 faixas espectrais, a saber: 0,51 - 0,73  $\mu\text{m}$  (pan), 0,45 - 0,52  $\mu\text{m}$  (azul), 0,52 - 0,59  $\mu\text{m}$  (verde), 0,63 - 0,69  $\mu\text{m}$  (vermelho), 0,77 - 0,89  $\mu\text{m}$  (infravermelho próximo). Todas as bandas espectrais possuem resolução espacial de 20 metros. Estas características fazem com que as imagens geradas por este sensor possam ser utilizadas no estudo do espaço urbano.

### 3. Área de Estudo

De acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI), instituído em 1995 pela Lei Complementar nº 121/95, o Município de São José dos Campos, situado a leste do Estado de São Paulo, no Médio Vale do Paraíba (figura 4.1), é formado por dois subdistritos (o subdistrito sede e o de Santana do Paraíba) e dois distritos (o distrito de São Francisco Xavier e o de Eugênio de Melo). Para efeito desta pesquisa, considerou-se como “área de estudo”, a área constituída pelo perímetro urbano oficial e suas macrozonas, estabelecida pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI), aprovado, em 1995, por intermédio da Lei Complementar nº 121/95.

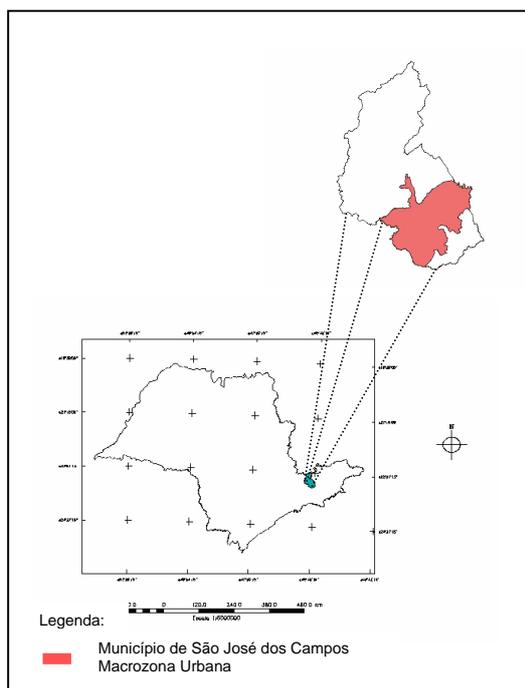
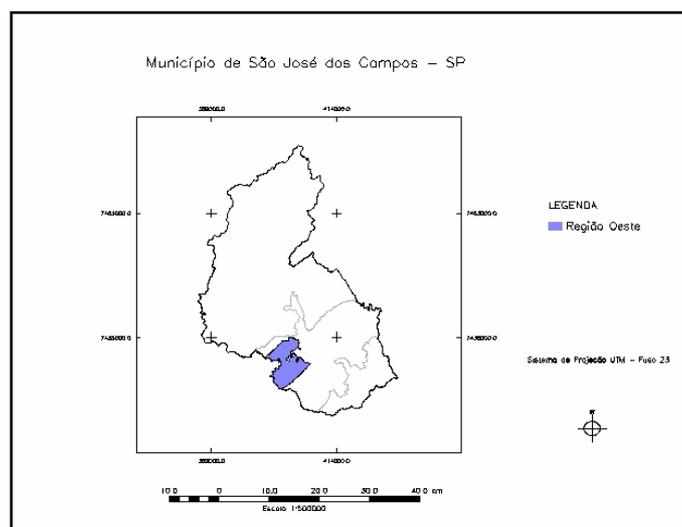


Figura 1 – Localização da área de estudo

Para fins administrativos, as Macrozonas Urbana e de Expansão Urbana foram subdividas em seis regiões geográficas: Norte, Leste, Centro, Oeste, Sul e Sudeste, as quais foram recentemente redefinidas através da Lei Municipal nº 6378/03.

Com relação ao estudo de avaliação das imagens CBERS para o estudo intra-urbano, optou-se por fazer um estudo na região que possui o maior número de vazios urbanos e as maiores glebas: a Região Oeste da cidade (figura 2).



**Figura 2** - Área do estudo de caso.  
**Fonte:** PMSJC (2003).

Cabe ressaltar que, a partir da década de 1990, essa região da cidade passou a experimentar um intenso crescimento horizontal e vertical, marcado pela implantação de condomínios fechados de alto padrão, de um shopping center e de diversos estabelecimentos comerciais. Todo esse crescimento tem sido acompanhado de perto pelo poder público local, seja através de modificações na Lei de Zoneamento, seja através da implantação de obras de infraestrutura, principalmente no entorno do Shopping Colinas.

## 4. Métodos

### 4.1 - Mapeamento da Macrozona Urbana e dos Vazios Urbanos

Utilizando a o banco de dados disponibilizado no CD Cidade Viva, foi possível delimitar a Macrozona Urbana da cidade de São José dos Campos, e através das fotografias aéreas digitais obtidas em 2000, disponíveis no CD Rom Cidade Viva, elaborado pela PMSJC, foi possível mapear os vazios urbanos existentes na cidade. Estes vazios foram mapeados através da tela do SPRING, utilizando parâmetros de fotointerpretação, tais com textura, cor, padrão, contexto e tamanho.

Foi considerada **área vazia** toda a área não-ocupada existente dentro da Macrozona Urbana, mais especificamente, dentro dos loteamentos ou entre eles, com área igual ou superior a 5.000 m<sup>2</sup>, excluídas as áreas que possuíssem vegetação arbórea natural (mata ou capoeira) e as áreas institucionais.

### 4.2 - Mapeamento dos vazios urbanos utilizando as imagens CBERS

Comparando-se os resultados obtidos para a cidade, foi possível selecionar a região mais adequada, considerando o número e a dimensão dos vazios, para se comparar a performance das imagens CBERS no que diz respeito ao mapeamento de vazio urbanos. Assim, a região oeste foi considerada a região com maior número de vazios urbanos na cidade, além de apresentar as maiores áreas de vazio urbano.

Para mapear estes vazios, utilizando-se o SPRING (software de geoprocessamento desenvolvido pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), primeiro foi realizado um

registro para correção geométrica da imagem CBERS, obtida em outubro de 2004, utilizando-se 10 cartas topográficas na escala 1:10.000, elaboradas pelo IGC (1977). Depois de registrada, foram utilizados os parâmetros de interpretação visual para se delimitar, na imagem em tela, as áreas que poderiam ser consideradas vazios urbanos. Utilizando-se uma composição colorida 1R3B2G, na tela do computador mapeou-se como vazios as áreas em cor cian, textura lisa e de tamanho superiores a 500 m<sup>2</sup>, como pode ser verificado na figura 3.

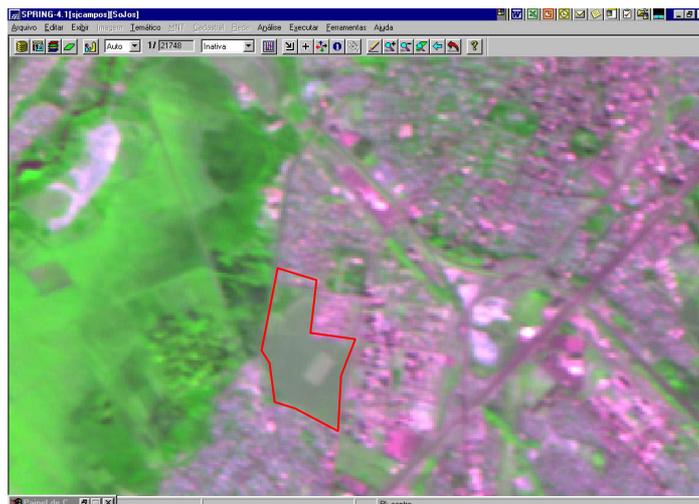


figura 3 - Tela do SPRING mostrando um dos vazios urbanos mapeados

#### **4.3 Comparação do mapeamento realizado com a fotografias aéreas e as imagens CBERS**

Através da superposição das linhas da classe “vazios urbanos”, obtidas através do mapeamento com as fotografias aéreas, sobre o as linhas obtidas com o mapeamento realizado com as imagens CBERS foi possível avaliar a precisão das imagens CBERS no mapeamento intra-urbano. Além da superposição das linhas foi feita uma comparação em relação ao total de área mapeada através do produto fotográfico e através das imagens CBERS.

### **5. Resultados e Análises**

#### **5.1 – Os vazios urbanos mapeados em 2000**

De acordo com o mapeamento dos vazios urbanos realizado (figura 4), observou-se que há uma grande quantidade de vazios urbanos na Região Oeste da cidade de São José dos Campos (tabela 1). A manutenção dessas áreas vazias no interior da cidade acaba favorecendo uma maior periferização, ou seja, ocupação de áreas cada vez mais distantes do Centro e dos principais equipamentos urbanos. Esta situação também força o Poder Público a investir em áreas cada vez mais distantes, o que encarece e dificulta a oferta de infraestrutura urbana.

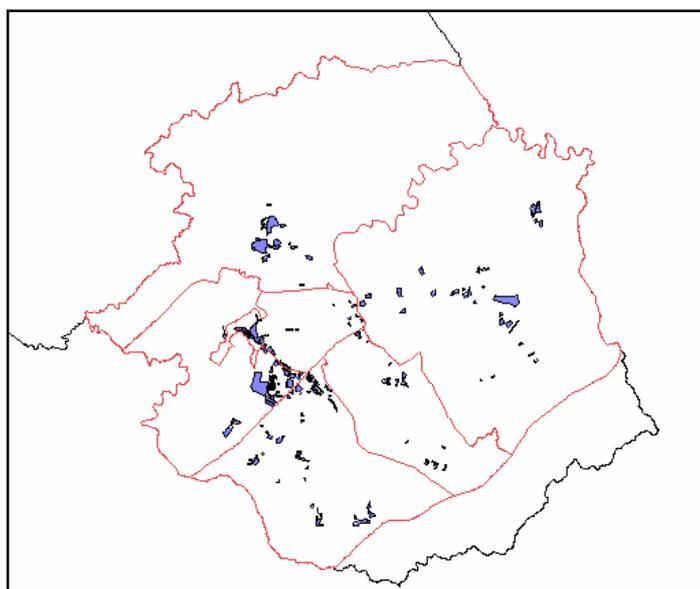


Figura 4 – Localização dos vazios urbanos na cidade de São José dos Campos

**Tabela 1 – Área Ocupada Pelos Vazios Urbanos, Por Macrozona**

<b>Vazios por Região (km<sup>2</sup>)</b>	
<b>Região</b>	<b>Área</b>
Sudeste	0,328
Centro	0,740
Norte	1,082
Sul	1,086
Leste	1,376
<b><i>Oeste</i></b>	<b><i>1,503</i></b>
<b><i>TOTAL</i></b>	<b><i>6,115</i></b>

## 5.2 – Mapeamento dos Vazios Utilizando Imagens CBERS

Utilizando as imagens CBERS, adquiridas em setembro de 2004, foi possível mapear os vazios urbanos da Região Oeste da cidade de São José dos Campos (figura 5). É possível observar que, visual e quantitativamente (tabela 2), há uma quantidade maior de vazios mapeados através das fotografias aéreas do que das imagens CBERS.

**Tabela 2 – Quantificação do Mapeamento**

<b>Produto</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>
Fotografias	1,503
CBERS	<b>1.049995</b>

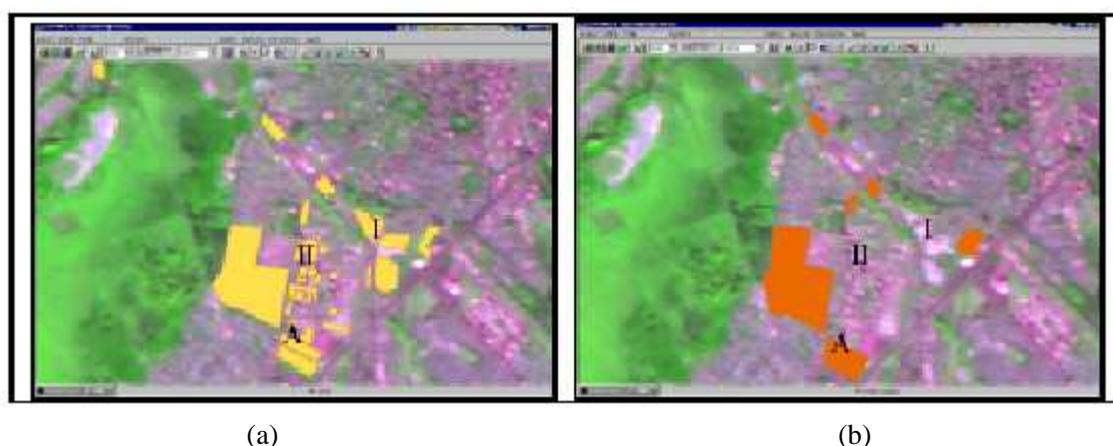


Figura 5 – Vazios urbanos: a) através das fotografias aéreas; b) através das imagens CBERS

As diferenças existentes, também verificadas através da área calculada, pode ser atribuída a algumas especificidades dos produtos utilizados, entre elas:

- diferença temporal: os produtos têm uma diferença de quatro anos em relação a aquisição. Para uma cidade tão dinâmica quanto São José dos Campos, esta diferença fez com que vazios existentes em 2000, não são mais encontrados em 2004, como os mostrados na figura 5.b (I – área em ocupação; II – área já ocupada);
- diferença de resolução espacial: o produto fotográfico apresentava uma riqueza de detalhes maior do que as imagens CBERS. Assim, algumas áreas foram no produto fotográfico do que nas imagens CBERS. Percebeu-se que, apesar desta riqueza, algumas áreas foram mais compartimentadas nas fotografias aérea do que nas imagens (Figura 5, letras A – áreas compartimentadas na fotointerpretação);

Importante ressaltar que a maior área de vazio urbano mapeada em 2000, se manteve em 2004. Esta gleba localiza-se no bairro Aquarius (figura 6) e é considerado um imóvel bastante caro e localizado próximo aos principais equipamentos urbanos da cidade (Centro, Shopping, escolas, serviços de saúde etc). Outro aspecto que chamou atenção foi a possibilidade de se verificar na imagem a verticalização que está acontecendo no mesmo bairro (figura 7). Este processo chama atenção pela velocidade e padrão dos imóveis que estão surgindo, atendendo uma demanda da classe média/ média alta.



Figura 6 – Maior gleba vazia no intraurbano Joseense

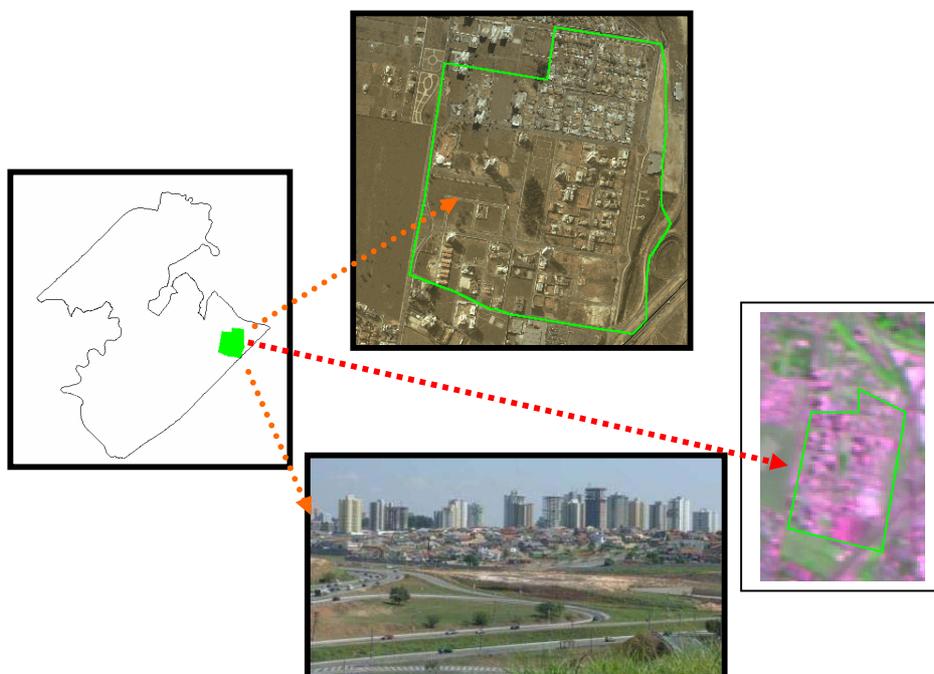


Figura 7 – Verticalização detectada pelas imagens CBERS

## 6. Considerações Finais

Este trabalho possibilitou verificar que as imagens obtidas pelos sensores do satélite CBERS favorecem o estudo de alguns aspectos do espaço intra-urbano. Há que se considerar que, em função de sua resolução espacial (20 x 20 metros), alvos que ocupam áreas menores não são passíveis de serem identificados. Mesmo aqueles que ocupam áreas até 400 m<sup>2</sup> não são facilmente reconhecidos. Esta identificação depende do conhecimento das características do espaço estudado.

No caso da cidade de São José dos Campos, glebas vazias, com área menor que 500 m<sup>2</sup> foram identificadas com um certo grau de dificuldade. Porém, as glebas de dimensão elevada (maiores que 1.000m<sup>2</sup>) foram identificadas facilmente, sendo estas a que realmente interessam aos tomadores de decisão.

Assim, em função dos resultados, recomenda-se o uso das imagens CBERS para o estudo do espaço intraurbano desde que estes estudos não cheguem à dimensão inferior ao de um lote (250 m<sup>2</sup>).

## Agradecimentos

As autoras agradece à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo suporte financeiro dado a esta pesquisa e ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) por ceder as imagens CBERS para a realização deste estudo.

## Referências

- 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. 1996.
- FORSTER, B.C. An examination of some problems and solutions in urban monitoring from satellite platforms. **International Journal of Remote Sensing**, v.6,n.1, p.139-151, 1985.
- FORSTER, B.C. **Studying urban areas using remote sensing data**. Sydney, Australia, School of Geomatic Engineering, 1994./mimeo/
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O satélite CBERS. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/cbers/cbers.htm>>. Acesso em: 10/09/2004.
- SANTOS, Milton. **Por uma geografia nova**. São Paulo: HUCITEC, 1978. 132p.
- SOUZA, Adriane Aparecida Moreira de (M.SOUZA). **Uma avaliação do processo de verticalização na cidade de São José dos Campos - SP: um estudo de caso**. 1997. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Geografia - UNIVAP) – Universidade do Vale do Paraíba, 1997.
- SOUZA, M. A A de, SANTOS, M. (org.). **Construção do espaço**. São Paulo: Nobel, 1986.
- VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, 1998.