

O uso de geotecnologias para a análise espaço-temporal da expansão urbana de Guarapuava-PR entre 1995 e 2011

Emerson de Souza Gomes¹
Leandro Redin Vestena²

¹Discente no Programa de Pós-Graduação em Geografia/UNICENTRO
Rua Camargo Varela de Sá, 03 - Vila Carli. CEP 85040-080. Guarapuava - PR, Brasil
gomesemerson@uol.com.br

²Docente do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia/UNICENTRO
Rua Camargo Varela de Sá, 03 - Vila Carli. CEP 85040-080. Guarapuava - PR, Brasil
lvestena@gmail.com

Abstract. The objective of this study was to identify and map the areas of urban expansion Guarapuava / PR, from 1995 to 2011, with the use of geotechnologies. Some studies have shown that since 1970 the city has seen an intense urbanization process, expressed in its horizontal growth. In the decades of 1990 and 2000, this expansion occurred in different directions throughout its periphery, often in areas susceptible to natural disasters. As of the use of aerial photographs and satellite images multitemporal, as well as construction of a relational database in a GIS environment, was possible to identify the increase in Guarapuava urban occupation, from 1995 to 2011. Utilizing methodologies for visual interpretation and field work was delimited the area of its urban perimeter. There was obtained as a result, the boundaries and size of urban occupation for the periods 1995, 2002, 2005 and 2011, which showed the urban sprawl, and also which directions to the urban growth occurred between a period and other. Was registered an increase in the urban area of Guarapuava of 54.23% from 1995 to 2011. In this way, we can state that the geotechnologies constitute an important tool for the studies aiming at subsidize the planning and management of urban territory.

Palavras-chave: remote sensing, geographic information system, mapping, urbanization, sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica, mapeamento, urbanização.

1. Introdução

No Brasil a urbanização se intensifica a partir da década de 1960, e, nas cidades, cresce consideravelmente a demanda por terras. Uma das formas de atendimento a esta demanda, ocorre via crescimento por extensão, ou seja, pela incorporação de áreas, anteriormente de uso rural, para o uso urbano (RIGATTI, 2002). Essa dinâmica de ocupação do espaço rural por urbano ocasiona uma expansão da malha urbana (CORRÊA, 2007).

A carência de planejamento e de regulamentação, por parte de órgãos públicos, na maioria das cidades de médio e grande porte do Brasil, levou à ocupação de áreas impróprias, suscetíveis a deslizamentos e inundações.

Em Guarapuava, cidade de porte médio, no centro-sul do Paraná, este processo não foi diferente, porém, a urbanização intensificou-se um pouco mais tarde, entre 1970 e 1980, se comparado às demais cidades do Brasil (SPÓSITO, 2007; SILVA, 1997). O processo de urbanização em Guarapuava, assim como nos grandes centros, ocasionou uma série de problemas socioambientais, como a poluição do solo e da água e a “marginalização de parte da população” (VESTENA e SCHMIDT, 2009, p.69).

A população, expropriada do campo pela modernização da agropecuária, ao se dirigir à cidade, não encontrou infraestrutura e habitações suficientes, não sendo rara, a apropriação de terras em áreas sem acesso a serviços básicos, como água, energia elétrica, pavimentação, etc. Assim como enfrentou a falta de emprego e, conseqüentemente, a exclusão social por não apresentar qualificação técnica para os trabalhos urbanos. A combinação destes fatores revela-se na paisagem, pela ocupação de fundos de vale e/ou de habitações precárias nas periferias.

Nas décadas seguintes, a tendência de expansão da área urbana de Guarapuava não se reduziu e, embora, o poder público tenha buscado suprir estas demandas, a falta de planejamento inicial não contribuiu para superar problemas estruturais decorrentes da ocupação desordenada de áreas periféricas à malha urbana.

A sociedade e os órgãos públicos, cada vez mais carecem de conhecimento da(s) direção(ões) de expansão da cidade e da natureza física das áreas possíveis de ocupação urbana, para a tomada de decisão, no sentido de orientar a(s) direção(ões) de expansão urbana.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a expansão urbana de Guarapuava-PR entre 1995 e 2011, utilizando-se de geotecnologias, por meio do emprego de diferentes fontes de sensoriamento remoto.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de Estudo

A cidade de Guarapuava está localizada na região centro-sul do Paraná, aproximadamente 250 km a oeste da capital, Curitiba (Figura 1). A área urbana está compreendida no retângulo envolvente constituído pelos paralelos $25^{\circ} 26' 57''$ e $25^{\circ} 18' 25''$ de latitude sul e os meridianos $51^{\circ} 35' 23''$ e $51^{\circ} 22' 36''$ de longitude oeste (Gw). A população é de 153.098 habitantes, o que representa 91,4% do total do município. Sua economia tem no setor de serviços, a geração de aproximadamente 72% do PIB municipal (IBGE, 2010).

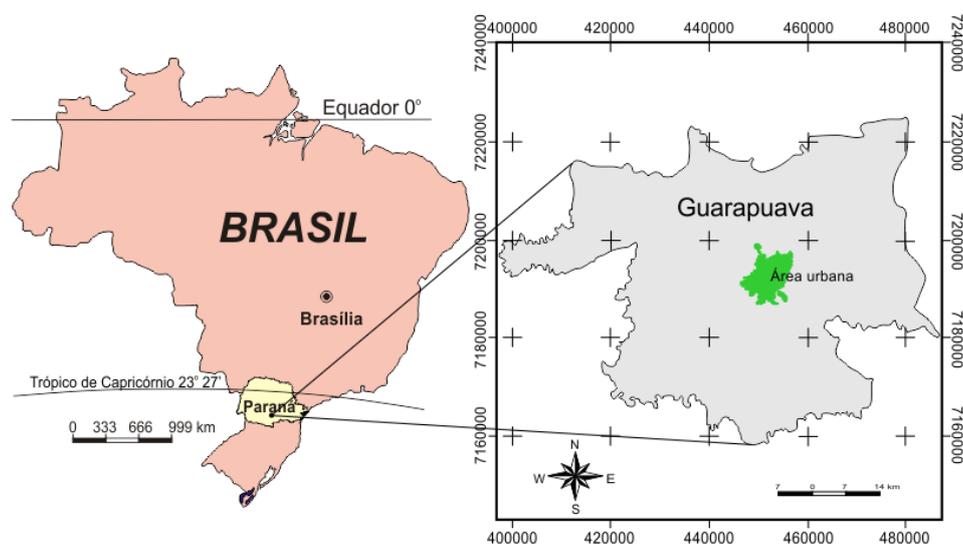


Figura 1 – Localização da área urbana de Guarapuava

Fonte: Vestena, 2012.

2.2. Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos adotados foram:

a) **Revisão bibliográfica e levantamento cartográfico e de imagens** - a primeira etapa da pesquisa consistiu na busca por um embasamento teórico sobre o tema (Spósito, 2007; 2007; Corrêa, 2007; Florenzano, 2002; Câmara, 1996; Novo, 2010; Martinelli, 1998; Silva, 1997; Teixeira & Christofoletti, 1997; Vestena & Schmidt, 2009; Fernandes & Menezes, 2005); e na coleta de fontes cartográficas e de imagens (aéreas e de satélites);

b) **Trabalho de campo/gabinete** - Os dados cartográficos foram trabalhados no Laboratório de Hidrologia – LabHidro da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, com validação dos resultados por meio de trabalhos de campo.

Para a realização do trabalho utilizou-se dos seguintes materiais:

1. Cartas topográficas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, articulações MI-2837/4 e MI-2838/3 da folha SG.22-V-D-III-3, na escala 1:50.000, cedidas pelo Departamento de Geografia – DEGEO da UNICENTRO em meio analógico
2. Base cartográfica em meio digital contendo a malha urbana, o perímetro urbano oficial, os rios principais e a divisão de bairros, na escala de 1:12.500, cedida pelo Centro de Estudos e Planejamento Urbano de Guarapuava – CEPLUG.
3. Fotografias aéreas do ano de 1995 na escala de 1:8000, cedidas pelo CEPLUG em meio digital.
4. Imagem orbital do satélite LANDSAT 7 ETM+, órbita 222, no ponto 78 de 28/06/2002, nas bandas 3, 4 e 5, com resolução espacial de 30x30 metros, disponibilizadas gratuitamente, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, em meio digital.
5. Imagem orbital do satélite CBERS 2 (Satélites Sino-Brasileiros de Recursos Terrestres), sensor CCD (*Couple Charged Device*), órbita 159, ponto 128, de 11/07/2005, com resolução espacial de 20x20 metros, disponibilizadas gratuitamente, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, em meio digital.
6. Imagem orbital do sistema *RapidEye*, captada no dia 27/09/2011, abrangendo a área urbana de Guarapuava e seu entorno, nas bandas espectrais azul, verde e vermelho, com resolução espacial de 5x5 metros, cedida pelo Laboratório de Estudos do Ambiente, Cultura e Desenvolvimento Local – LECAD da UNICENTRO, em meio digital.

Os dados cartográficos e as imagens de satélites foram integrados num Sistema de Informação Geográfica – SIG, utilizando-se do *software* SPRING - INPE© Versão5.2.1 – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (*Copyright*), desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens – DPI do INPE.

O uso do SIG permite a entrada, o armazenamento, o tratamento, o processamento, a integração, a recuperação, a transformação, a manipulação, a modelagem, a atualização, a análise e a exibição de informações geográficas, topologicamente estruturadas, associados a um banco de dados alfanumérico (CÂMARA et. al., 1996).

Realizou-se um tratamento digital das imagens orbitais aplicando-se o procedimento da associação de suas bandas espectrais em uma composição nos canais de cores Red (vermelho), Green (verde) e Blue (azul) gerando-se uma imagem sintética após ter sido feito um aumento do contraste, por transformação linear, o que possibilitou a melhoria das imagens no seu aspecto visual.

Para a imagem do LANDSAT 7, na composição associou-se a banda 3 no canal vermelho, a banda 4 no verde e o 5 no azul. Em relação à imagem do satélite CBERS 2 a composição foi no canal vermelho, para a banda 3, no canal verde, para a banda 4, e no canal azul, para a banda 2. Essas associações possibilitaram a diferenciação da área urbana.

A imagem do *RapidEye* em formato *TIFF – Tagged Image File Format*¹, com composição e contraste falsa-cor pré-estabelecido, sendo a associação dos canais RGB às bandas espectrais vermelho, verde e azul, respectivamente.

A partir da interpretação visual das imagens, foi realizada a identificação e a delimitação do perímetro da área urbana para os períodos de 1995, 2002, 2005 e 2011. Utilizou-se como critério a identificação de áreas, conforme os elementos de interpretação - tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura e profundidade, volume, declividade, sítio, associação, padrão e localização (FLORENZANO, 2002; JENSEN, 2009).

Os procedimentos adotados para o mapeamento multitemporal da área urbana de Guarapuava e as fontes de sensoriamento remoto (SR) utilizado são apresentados resumidamente no quadro 1.

¹ “Grupo de formatos de arquivos para armazenamento e intercâmbio de imagens *raster*, utilizado por diversos programas” TEIXEIRA & CRISTOFOLETTI, 1997, p. 217.

Quadro 1 – Procedimentos de delimitação da área de expansão urbana de Guarapuava, por período analisado.

Período	Fonte de SR utilizada - Procedimento
1995	Fotografia aérea - Agrupou-se num único plano de informação, 47 fotografias aéreas de 1995, na escala de 1:8.000. A partir desta base, formada por um mosaico de fotografias, pôde-se identificar e delimitar a área edificada, estabelecendo o polígono da área urbanizada.
2002	Imagem orbital do satélite <i>LANDSAT 7</i> – tratamento e identificação visual, do limite da área urbana. Este procedimento permitiu o estabelecimento do polígono da área urbanizada e também, a identificação das regiões da cidade que tiveram novas ocupações entre 1995 e 2002.
2005	Imagem orbital do satélite <i>CBERS</i> - tratamento e identificação visual do limite da área urbana. Este procedimento permitiu o estabelecimento do polígono da área urbanizada e também a identificação das regiões da cidade que tiveram novas ocupações entre 2002 e 2005.
2011	Imagem orbital do satélite <i>RapidEye</i> - identificação visual do limite da área urbana. Este procedimento permitiu o estabelecimento do polígono da área urbanizada e também a identificação das regiões da cidade que tiveram novas ocupações entre 2005 e 2011.

Organização: Gomes, 2012.

O mapeamento da área urbana de Guarapuava foi validado a partir de dados de campo do Sistema de Posicionamento Global, obtidos com o auxílio de um GPS (*Global Positioning System*), marca *Garmin*, modelo *Map 76CSX*.

A partir do módulo SCARTA do SPRING foram editadas as cartas para cada período, entre 1995 e 2011, com vistas à produção da carta de expansão urbana. Para a comunicação cartográfica utilizou-se da variável cor (tons de amarelo, vermelho e marrom) e representação ordenada (MARTINELLI, 1998).

3. Resultado e discussões

A expansão físico-territorial da área urbana de Guarapuava entre 1995 e 2011 é apresentada nas figuras 2 e 3.

A área urbana de Guarapuava em 1995 ocupava 45,20 km².

Em 2002 a área já havia se expandido para 58,31 km², o que representou um aumento de 13,11 km², ou seja, 29% no período de 7 anos (1995 a 2002). O crescimento da área urbana deu-se principalmente nas direções norte e nordeste, com adensamento interno na porção oeste. Além dessa expansão e do adensamento, percebeu-se também, novas ocupações urbanas em praticamente todas as direções, ou seja, houve uma extrapolação do limite do perímetro urbano de 1995 quando comparado com o de 2002.

Em 2005, a área urbana era de 60,86 km², com um aumento de 2,55 km², ou seja, 4,37% em relação ao ano de 2002. O crescimento foi significativo em todas as direções do perímetro.

Na delimitação a partir da imagem de 2011, a área urbana registrada foi de 69,71 km², configurando um acréscimo de 8,85 km², ou seja, 14,54% em relação ao período de 2005. Observando-se uma expansão significativa na direção sul, sudoeste e oeste. Mas também, é importante ressaltar, que há novas áreas ocupadas em quase todas as direções periféricas, exceto na sudeste e leste, onde o limite físico, imposto pelo vale do rio das Pedras, área de manancial de Guarapuava e com declividades acentuadas, a expansão urbana foi limitada pela Prefeitura Municipal de Guarapuava.

Desta maneira, pôde-se ainda, constatar que a área urbana de Guarapuava aumentou em 24,51 km², o que representa um percentual de 54,23% no período entre 1995 e 2011.

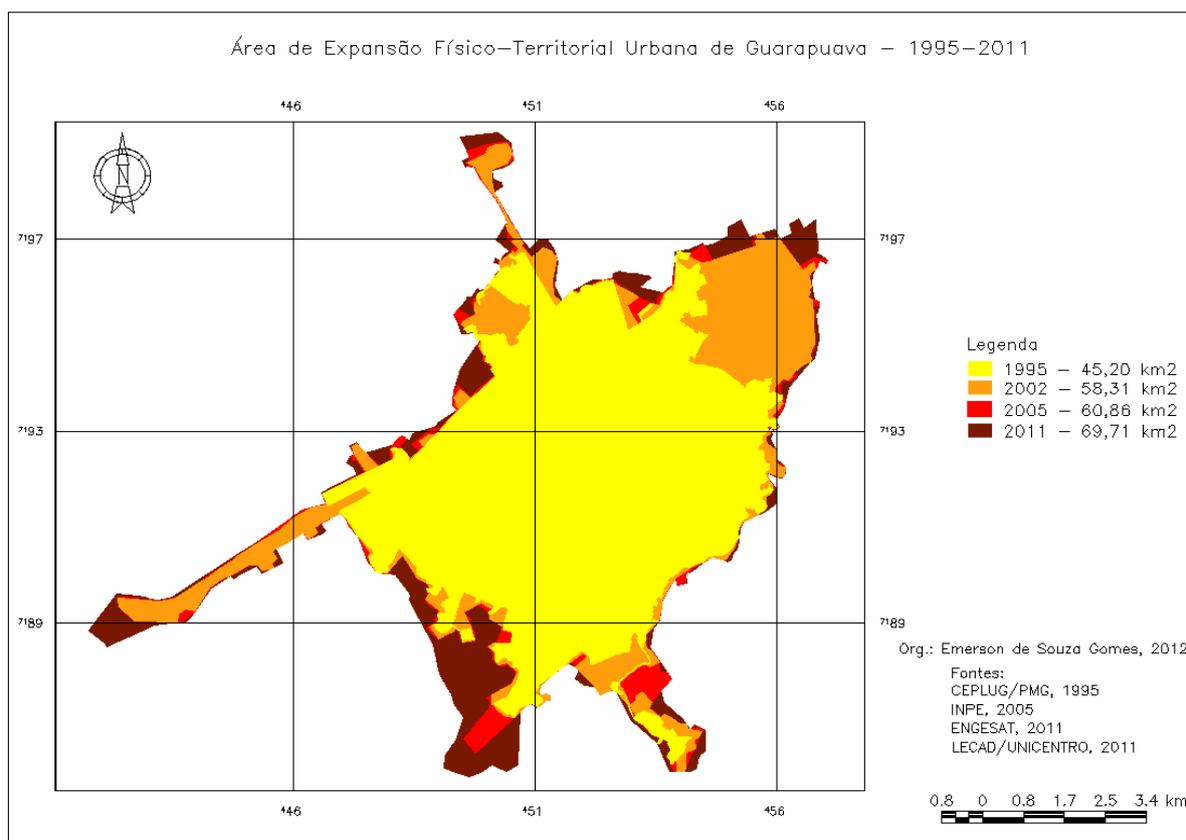


Figura 2 – Expansão da área urbana de Guarapuava-PR entre 1995 e 2011
 Fonte: Gomes, 2012.

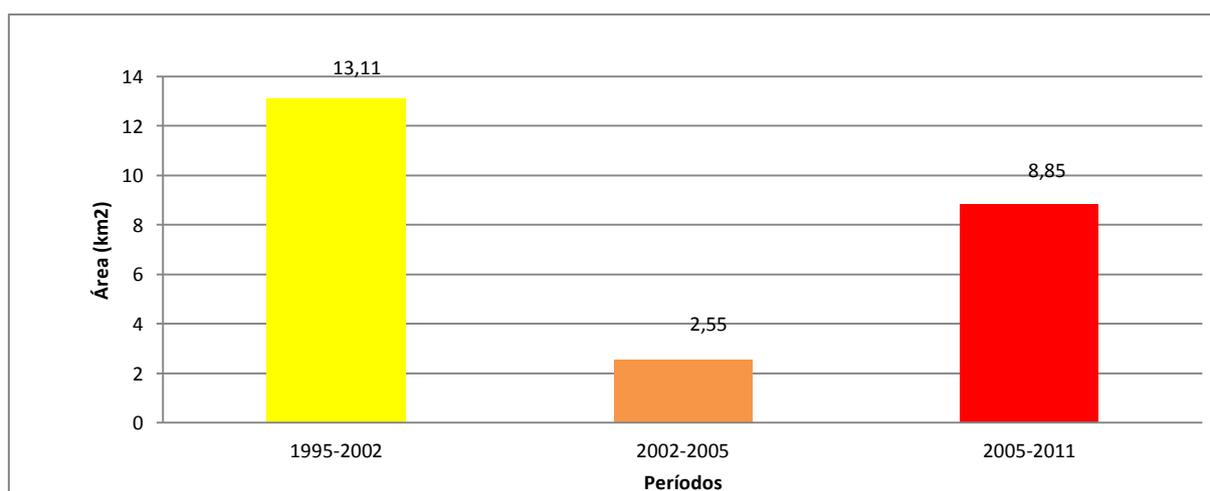


Figura 3– Crescimento da área urbana de Guarapuava-PR entre 1995 e 2011.
 Organização: Gomes, 2012.

4. Conclusões e considerações finais

As análises multitemporais a partir de diferentes fontes de dados de sensoriamento remoto (imagens orbitais e fotografias aéreas), integradas em um banco de dados em ambiente SIG,

permitiram avaliar as áreas de expansão urbana de Guarapuava e também de adensamento de ocupação do solo urbano.

Tais elementos são fundamentais para análise da produção do espaço urbano, pois permitem identificar as áreas de investimentos imobiliários e de ocupação na cidade, bem como o padrão que configuram, conforme o parcelamento do solo utilizado, além de permitir inferir as tendências deste crescimento, as áreas de maior e menor possibilidade de expansão.

No caso, específico de Guarapuava, embora o crescimento urbano tenha se dado em todas as direções, a região leste e sudeste, chegou ao seu limite, em função do próprio condicionante físico da região, que apresenta o vale do Rio das Pedras, cujo relevo é bastante dissecado, além de ser área de manancial de Guarapuava. Por outro lado, há uma tendência de expansão urbana, nas direções norte e oeste, sobre terrenos hoje ocupados com atividades agropecuárias.

A vantagem da geotecnologia está em oferecer um conjunto de ferramentas, especialmente o Sistema de Informação Geográfica, que possibilitam a integração de dados de naturezas e escalas diferenciadas, além de oferecer, dentro a sua gama de potencialidades, ferramentas para a geração de cartas temáticas, o tratamento e a quantificação de dados.

Em contrapartida, a utilização das tecnologias, como sensoriamento remoto, GPS e SIG, para mapeamento dos fenômenos urbanos estão condicionados ao conhecimento de equipamentos, programas computacionais e de materiais necessários à organização do banco de dados. (FERNANDES & MENEZES, 2005).

Além disso, é fundamental não apenas a entrada adequada dos dados como também a escolha adequada da escala de representação, que no caso do espaço urbano, exige, no caso das imagens orbitais e aéreas, uma alta resolução espacial e, para a carta planimétrica, uma escala cartográfica maior que 1:15.000. (FERNANDES & MENEZES, 2005).

Neste aspecto, o presente trabalho, pode contar com uma base cartográfica na escala de 1:12.500 e, com relação as imagens, fotografias aéreas na escala de 1:8.000, e imagens orbitais com resoluções espaciais de 30x30, 20x20, 5x5 metros.

No tocante as imagens orbitais, as imagens de baixa resolução (30x30 e 20x20 m) para este estudo, não permitiu uma análise detalhada da ocupação interna da cidade, porém, possibilitou avaliar a expansão horizontal da cidade de Guarapuava, a identificação do limite de ocupação urbana, uma vez que o tratamento dado possibilitou, por meio das análises espectrais, diferenciar as edificações dos outros tipos de uso.

As fontes de sensoriamento remoto de baixa resolução possuem custos mais inferiores do que as de alta resolução, muitas vezes disponibilizadas gratuitamente, como as utilizadas neste estudo. Portanto, salienta-se a importância de se considerar a finalidade de uso do dado de sensoriamento remoto, para não se ter dispêndios desnecessários de recursos financeiros.

Nos estudos urbanos, no tocante ao mapeamento físico-territorial da expansão urbana é necessário reconhecer as edificações como elementos de identificação das áreas efetivamente ocupadas no perímetro urbano, por isso, não só a escala é importante, mas também a composição das imagens orbitais, pois a resposta espectral é um importante elemento na interpretação dos objetos da superfície (FLORENZANO, 2002; NOVO, 2010; JENSEN, 2009).

Todos esses procedimentos, porém, não foram menos importantes, que a comparação dos dados, nas diferentes escalas, o conhecimento da área e o trabalho de campo, como forma de convalidação das informações.

Agradecimentos

Os autores agradecem o CEPLUG pela disponibilização das fotografias aéreas de 1995 em meio digital; ao DGI/INPE pela disponibilização das imagens dos satélites *LANDSAT E CBERS*; e à professora Marquiana de Freitas Vilas Boas Gomes do Departamento de

Geografia da UNICENTRO e coordenadora do LECAD pela concessão da imagem do satélite *Rapideye*.

Referências Bibliográficas

Câmara, G. et al. Spring: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling. **Computers and Graphics**, v.15, n.6, p.13-22, 1996.

Corrêa, R. L. Construindo o conceito de cidade média. In: Sposito, M. E. B. (Org.). **Cidades médias: espaços em transição**. São Paulo: Expressão Popular, 2007. p. 23-33.

Fernandes, M. C.; Menezes, P. M. L. **Avaliação de alguns problemas conceituais e metodológicos em estudos integrativos**. Disponível em: <http://www.igeo.ufrj.br/geocart/pdf/trabalhos/2001/Prob_Conceituais_2001.pdf> Acesso em: 12 ago. 2005.

Florenzano, T. G. **Imagens de satélites para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/Parana.pdf. Acesso em 10 jun. 2012.

Jensen, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

Martinelli, M. **Gráficos e mapas: construa-os você mesmo**. São Paulo: Moderna, 1998. 120 p.

Novo, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto - Princípios e Aplicações**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher. 2010. 4ª ed. 388 p.

Rigatti, D. Loteamentos, expansão e estrutura urbana. **Revista Paisagem e Ambiente**, USP, São Paulo, n. 15, p. 35 – 69, 2002.

Silva, J. M.. Processos econômico-sociais regionais e seus impactos sobre a estrutura urbana de Guarapuava-PR. **Revista de História Regional**, UEPG, Ponta Grossa, v.2, n.1, p. 9-42, 1997.

Sposito, M. E. B. et al. O estudo das cidades médias brasileiras: uma proposta metodológica. In: SPOSITO, M. E. B. (Org). **Cidades Médias: espaços em transição**. Presidente Prudente: Expressão Popular, 2007, p. 35-67.

Teixeira, A. L. de A; Christofolletti, A. **Sistemas de informação geográfica: Dicionário Ilustrado**. São Paulo: Hucitec, 1997. 244 p.

Vestena, L. R; Schmidt, L. P. Algumas reflexões sobre a urbanização e os problemas socioambientais no centro centro-sul paranaense. **Acta Scientiarum, Human and Social Sciences**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 67-73, 2009.