



MERIDIANO – Revista de Geografía. número 4. 2015 – versión digital.

<http://www.revistameridiano.org/>

ESTUDO DOS EFEITOS MULTITEMPORAIS DA DENSIDADE URBANA E POPULACIONAL NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE CASCAVEL, PARANÁ, BRASIL

Leomar Valmorbida*

Waterloo Pereira Filho**

Resumo

Este artigo teve por objetivo comparar o crescimento urbano do município de Cascavel/PR entre os anos de 1995 e 2006. A delimitação e classificação da densidade urbana, em categorias, ocorreram a partir de interpretação das imagens do satélite Landsat-5 TM (sensor Thematic Mapper). As classificações de densidade urbana foram definidas em: alta, média e baixa densidade urbana. As mudanças mais significativas em termos de edificações, loteamentos, zoneamento e crescimento ocorreram com maior intensidade nas periferias, justamente pela disponibilidade de espaços a serem explorados.

Palavras-chave: Urbanização; Expansão Urbana; Variação Urbana; Landsat-5 TM.

Abstract

This article aims at comparing the urban growth of the city of Cascavel/PR between the years of 1995 and 2006, the delimitation and classification of the urban density, in categories, occurred from interpretation of the satellite images of the Landsat-5 TM (Thematic Mapper). The classifications of urban density were defined as: high, average and low density. The most

* Mestre em Geomática pela Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Geomática, Campus da UFSM, 1000, Bairro Camobi, Santa Maria - RS, Brasil, 97105-970. Correio eletrônico: leomar.valmorbida@gmail.com

** Professor Associado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geociências, Campus da UFSM, 1000, Bairro Camobi, Santa Maria - RS, Brasil, 97105-970. Correio eletrônico: waterloopf@gmail.com

significant changes in terms of constructions, land divisions, zoning and growth occur with higher intensity in the peripheries, due to the availability of spaces to be explored.

Keywords: Urbanization; Urban Expansion; Urban Variation; Landsat-5 TM.

Introdução

Com o avanço na aquisição de imagens por satélite e técnicas de tratamento através da utilização de sensoriamento remoto, vários estudos utilizam imagens de satélite para avaliar a densidade urbana e expansão territorial. Tal processo proporciona redução do custo de aquisição dos dados.

As “imagens orbitais de sensoriamento remoto podem ser usadas para a estimativa de população em áreas urbanas, e também para a espacialização das áreas de expansão urbana e demográfica” (DURAND, 2007, p. 117). Normalmente, “imagens de média resolução (20-30 metros) são usadas nos estudos populacionais, pois a relação custo/benefício é satisfatória, na obtenção de informações atualizadas, em curtos intervalos de tempo” (DURAND, 2007, p. 119), atingindo ampla gama de aglomerações urbanas.

O artigo procura municiar os aspectos referentes à mutação do espaço urbano que interferem nas características e dinâmicas territoriais, segundo Saquet (2007) as conexões entre diferentes áreas/territórios, assumem o caráter de articulação territorial de diferentes classes sociais, produto da dinâmica socioeconômica e estão em interação. Portanto, a convivência e a “formação social também é territorial, fruto de combinações que expressam mudanças e permanências econômicas, políticas e culturais que acontecem no tempo e no espaço [...] essa articulação são múltiplas determinações da realidade concreta” (SAQUET 2007, p. 73).

Neste estudo utiliza-se de análise temporal, para comparar o crescimento da densidade urbana, entre os anos de 1995 e 2006 utilizando imagem de satélite *Landsat-5 TM*. Diante disto, a pesquisa avalia a expansão urbana do Município de Cascavel, Paraná, com tal recorte temporal, que datam duas atualizações importantes do cadastro tributário urbano do Município.

E o objetivo específico aponta a pretensão de classificar a densidade urbana da cidade de Cascavel, Paraná, no período estudado, para identificar as áreas de expansão urbana.

A utilização de imagens de satélites nos estudos multitemporais é de suma importância nos estudos de expansão urbana e comparação das mudanças ocorridas em áreas urbanas onde

se concentram a maior densidade populacional dos Municípios.

1. Fundamentação teórica

1.1. Espaço urbano

O espaço urbano é fruto das complexas relações da produção social do espaço. O espaço geográfico se desenvolve como produto histórico e social partindo da contradição entre produção socializada e apropriação privada. Para Valmorbidia (2006), o ambiente é produzido em função das condições de vida humana, sobretudo a vida em sociedade que depende de regras (Leis) deliberadas pelo Estado. Deste modo, o Estado define a forma que melhor lhe convém na administração de seu território.

O desenvolvimento urbano sobre a ótica de Anazawa (2011) que recomenda ser considerado: o padrão de expansão física das ocupações urbanas. Já que o fator populacional influencia diretamente na expansão da infraestrutura urbana. Durante o processo de expansão da malha urbana se considera ainda a instalação das infraestruturas urbanas. Para Ojima (2007) a ocupação pode influenciar no custo social, refletindo nas formas de reprodução social e a sustentabilidade ambiental. Portanto, a expansão urbana acarreta mudanças no uso do solo, onde o processo de urbanização modifica e substitui os processos naturais, o uso e a ocupação do solo, acaba por impermeabilizam áreas outrora utilizadas para agricultura.

1.2. Geoprocessamento

Considerado termo amplo, Câmara (1998, 2005) e Pina (2000) definem que geoprocessamento engloba diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos, com auxílio de *softwares* computacionais. Dentre essas tecnologias, se destacam o Sensoriamento Remoto, a utilização de Sistemas de Posicionamento Global, os Sistemas de Informação Geográfica, bem como, a automação de tarefas cartográficas e a digitalização de dados.

Câmara e Medeiros (1998) apresentam que o termo Geoprocessamento “denota uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas”. Esta tecnologia tem influenciado, de maneira crescente, as áreas de cartografia, de análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e de planejamento urbano e regional.

Nos países de extensa dimensão e com carência de informações adequadas para tomada de decisões sobre problemas urbanos e ambientais, “pela necessidade de gerenciar ambientes urbanos e de explorar de forma sustentável os recursos naturais disponíveis” (FURLAN, 2011, p. 97). O Geoprocessamento apresenta enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento é adquirido localmente, e “as máquinas atingiram o estágio de avanço tecnológico” (FURLAN, 2011, p. 97), maior capacidade de armazenamento e custo acessível.

Geoprocessamento para Rocha (2000) e Lahm (2000) é a “técnica que permite o processamento de diferentes informações de caráter geográfico”, como o uso do solo, vegetação, malha viária, expansão urbana, dados censitários, entre outras, de forma igualmente georreferenciadas. As informações geográficas podem ser entendidas como “Planos de Informação” e confrontadas entre si possibilitando a obtenção de outros produtos cartográficos originados de dois ou mais planos de informação diferentes. As informações são trabalhadas num espaço tridimensional X, Y e Z, sendo que X e Y definem sua posição geográfica no globo terrestre e Z trata-se do atributo dessa informação. Na mesma linha, Rocha (2000) e Xavier da Silva (2001) definem geoprocessamento como “ferramenta computacional, utilizada por diferentes analistas”. O uso do Geoprocessamento torna possível a análise ambiental e procedimentos que contribuem na investigação detalhada das relações entre entidades pertencentes ao mesmo ambiente.

1.3. Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Com o advento dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), se tornou de forma geral mais palpável a integração de dados que outrora apenas existiam em formato analógico. O termo SIG é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos.

O desenvolvimento tecnológico, a difusão e barateamento de equipamentos de informática, aliado aos inúmeros sistemas de SIG desenvolvidos, possibilitam o acréscimo na qualidade dos produtos desenvolvidos. Burrough (1986) considera o SIG como conjunto poderoso de ferramentas utilizado para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real. Aronoff (1989) define SIG como ferramenta utilizada para armazenar e manipular dados georreferenciados. Portanto, os sistemas de SIG armazenam vetores, os atributos e os relacionamentos entre os fenômenos georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre por meio de uma projeção cartográfica e de um sistema de referência. Para cada objeto geográfico o SIG necessita armazenar seus atributos e as várias

representações gráficas associadas.

Para Burrough (1986), Rocha (2000) e Lahm (2000) o processamento das informações se dá sob a forma de sistemas que podem ser executados através de *hardwares* e *softwares* especialmente projetados para o Geoprocessamento. Esses sistemas são conhecidos por GIS (*Geographic Information System*), traduzido por SIG (Sistema de Informações Geográficas).

Pode-se utilizar um SIG como ferramenta para a produção de mapas, gerenciamento de redes (energia, estradas, água), suporte e análise espacial de fenômenos, como banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informações espaciais.

Para Câmara (1998) nos SIGs podem ser identificados os seguintes componentes: interface com o usuário; entrada e integração de dados; funções de consulta, análise espacial e processamento de imagens; visualização e plotagem; e ainda, armazenamento e recuperação de dados.

Os sistemas de SIG se diferenciam dos sistemas de informação convencionais pela capacidade de armazenar dados, atributos descritivos, formas geométricas e dados geográficos. Câmara (1998, 2005) afirma que nos cadastros urbanos o SIG guarda além de informação descritiva como proprietário, valor venal, valor do IPTU etc., de cada lote, ainda as informações geométricas com as coordenadas dos limites da parcela, por exemplo.

A partir destes conceitos, é possível indicar as principais características dos sistemas SIGs. Possuir mecanismos de processamento de dados (entrada, edição, análise, visualização e saída).

Os sistemas de SIG, segundo Burrough (1986), Rocha (2000), são projetados para criar, manipular, analisar e exibir de modo eficaz, todos os tipos de informações com referencial espacial e geográfico. Aplicação de referência geográfica da informação em sistemas computacionais, que possibilita melhor visualização do problema, facilita a tomada de decisão, auxilia o profissional e atua como ferramenta eficaz, possibilita ganho de tempo e economia, principalmente na melhoria de resultados e diminuição dos custos envolvidos e gastos com o projeto.

Essas informações podem ser adquiridas a partir de mapas previamente elaborados, observações de campo e sensores remotos (aerofotografias, imagens de satélites), ou ainda, da construção de cartas obtidas através da topografia clássica.

Através do Geoprocessamento pode-se representar a distribuição espacial de uma determinada área característica, exemplificando uma superfície real. Uma das mais importantes características do Sistema de Informação Geográfica são suas habilidades e facilidades de analisar os dados espaciais.

O SIG compreende quatro elementos básicos que operam em um contexto institucional: *hardwares*, *softwares* e dados. Sendo necessário segundo Lahm (2000) que o hardware tenha uma configuração básica, na qual execute as atividades de Geoprocessamento, que se compõe de unidade central de processamento (CPU), com disco rígido e unidade de disco flexível, mesa digitalizadora, *scanner*, *plotter* e impressora. O *software* envolve um conjunto de sistemas para Geoprocessamento que são constituídos por módulos básicos: entrada, armazenamento, gerenciamento, apresentação, saída e transformação de dados, além de interação com o usuário.

Devido à sua ampla gama de aplicações, onde estão incluídos temas como agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia, telefone). Burrough (1986), Rocha (2000), Lahm (2000) há aplicação em pelo menos três amplas maneiras de utilizar um SIG: como ferramenta para produção de mapas; suporte para análise espacial de fenômenos; e ainda como banco de dados geográficos, com funções de armazenamentos e recuperação da informação espacial.

De acordo com Salvador e Silva (2004), o aspecto fundamental dos dados tratados em um SIG é a natureza dual da informação: um dado geográfico possui uma localização geográfica (expressa por coordenadas no mapa) e, atributos descritivos (que podem ser representados num banco de dados convencional). Câmara (1996) o objeto que possui localização poderá fazer parte do SIG, pois, pode ser georreferenciado. Os sistemas de SIG necessitam armazenar seus “n” atributos e as várias representações gráficas associadas.

Algumas tarefas às quais os SIGs se propõem e devem executar: armazenamento e organização de dados; visualização total ou parcial dos dados; produção de mapas; consulta e análise espacial; modelagem de dados; e previsão de cenários.

Contudo, os sistemas de SIG devem ser capazes de representar graficamente informações associando a informações alfanuméricas. Ainda utilizar as informações gráficas sob a forma de vetores (pontos, linhas e polígonos) e/ou imagens digitais (matrizes de *pixels*).

Possuir a capacidade de recuperar informações com base em critérios alfanuméricos, à semelhança de um sistema de gerenciamento de banco de dados tradicional, e com base em relações espaciais topológicas. Diferenciar as operações de aritmética de polígono, tais como união, intersecção e diferença. Gerar vetores paralelos (*buffers*) ao redor dos elementos como ponto, linha e polígono. Os bancos de dados gerados devem ser capazes de limitar o acesso e controlar a entrada dos dados através de um modelo de dados, previamente construído e administrado para executar tais tarefas. Ainda possuir recursos de visualização dos dados geográficos. Interagir com o usuário através de uma interface amigável, recuperar as

informações geográficas, com o uso de algoritmos de indexação espacial. Possibilitar a importação e a exportação de dados de outros sistemas semelhantes, ou para outros *softwares* gráficos.

O modelo vetorial nas estruturas e as representações na precisão da localização dos elementos no espaço atestam a qualidade geométrica. E ainda, deve se levar em conta as formas de representações digitais das entidades do mundo real.

2. Materiais e metodologias utilizados

2.1. Caracterização da área estudada

Na década de 1990, os municípios mais importantes do Estado do Paraná não possuíam base cartográfica confiável. Salvo raras exceções, os demais municípios utilizavam mapas elaborados geralmente por topografia e desenhados a nanquim em papel vegetal e/ou poliéster, que se deforma, com o passar do tempo acaba e perdendo sua confiabilidade. Não existindo bases de dados confiáveis, torna-se difícil a tarefa do planejamento efetivo das ações no território.

Foram contratadas empresas com capacidade técnica e de pessoal para a realização dos trabalhos. No entanto, os produtos foram entregues às municipalidades contendo os relatórios dos levantamentos, as fotos aéreas e as restituições em material magnético em formato CAD (*Computer Aided Design*), ou seja, desenho assistido por computador. Sendo que, a utilização deste material deveria nortear as ações de planejamento dos municípios através da elaboração dos planos diretores e para gestão territorial como um todo.

Outro fator importante que deve ser salientado diz respeito ao georreferenciamento. Pois, embora as coordenadas planas correspondessem à localização física da restituição fotogramétrica, os sistemas CAD não são ambientes de Sistema de Informações Geográficas não existindo referenciais geodésicos e cartográficos, pois trabalham em um plano com referência no papel.

As bases foram manipuladas em sistemas CAD. Por alguns motivos tais como: os quadros técnicos não detinham o conhecimento de sistemas de informações geográficas (por ser uma tecnologia recente no país em meados dos anos 1990), aos elevados custos dos sistemas e ausência de técnicos que detinham o conhecimento dos sistemas existentes na época. Dessa forma, tornou-se inviável a manutenção ou mesmo a geração de SIG,

O Município de Cascavel se situa na região geográfica Oeste do Estado do Paraná. A localização da área urbana encontra-se entre a Latitude: 25°0'21.09" e 24°55'1.02" Sul e Longitude: 53°31'47.61" e 53°23'16.74" Oeste. Possui altitude média de 800 metros em relação ao nível do mar, e área territorial de 2.091 km² segundo o Instituto de Terras, Cartografia e Geociências do Paraná (ITCG), como mostra a Figura 1, a distância rodoviária da capital, Curitiba/PR, aproximadamente 491,00 km segundo a Secretaria de Estado dos Transportes do Paraná (SETR).

2.3. Materiais utilizados

Na elaboração do presente estudo utilizou-se o método analítico quantitativo e os seguintes materiais: *Softwares* e imagens *Landsat-5 TM*.

- a) *Softwares* utilizados: *Spring 4.3.3* para manipulação de dados matriciais, vetoriais e banco de dados georreferenciados; *Quantum GIS*, para manipulação de dados vetoriais georreferenciados em formato *shapefile* "shp"; *Microsoft Office (Word, Excel, e Access 2007)*.
- b) *Landsat-5 TM*: Imagens do satélite *Landsat-5*, sensor "Thematic Mapper", adquiridas através do pedido número 629469 no sítio (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>) do INPE: Órbita 223, Ponto 77, Data 1995-07-26¹; e Data 2006-05-05².

2.4. Metodologias utilizadas

Para a elaboração da pesquisa foram utilizadas imagens *Landsat-5 TM*, as bandas espectrais em composição falsa-cor (R5G4B3 ou RGB 543), devido às características que se pretendia observar, aliado a técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) no preparo e análise de dados. A utilização de SR pode ser "dividido em dois grandes subsistemas: 1) Aquisição de Dados de SR; 2) Produção de Informações" (NOVO, 2010, p. 33). O trabalho se valeu da premissa "aquisição e produção de informações", para entender a dinâmica ocorrida na área de estudo. Que facilita a identificação visual dos limites urbanos e a avaliação da densidade de ocupação do solo, através destas técnicas.

A utilização de imagens adquiridas por sensores espaciais envolvem as faixas ou intervalos espectrais. As bandas espectrais utilizadas foram:

¹ Ângulo de Incidência Solar, Azimuth de 49.3566 e Elevação 27.358.

² Ângulo de Incidência Solar, Azimuth de 40.0662 e Elevação 39.0929.

- a) A banda 3 comprimento de ondas (0,63 - 0,69 μm), intervalos espectrais do visível (Vermelho). Utilizada na discriminação entre espécies de vegetais, áreas urbanas, uso do solo, agricultura e qualidade d'água. A qual é mais indicada e utilizada para delimitar mancha urbana e identificar áreas agrícolas.
- b) A banda 4 possui comprimento de ondas (0,76 - 0,90 μm), intervalos espectrais (Infravermelho próximo). Ela possibilita identificar corpos d'água; áreas de queimadas; áreas úmidas; de agricultura e vegetação. Esta banda promove a identificação de áreas de cultura agrícola, diferenciar solo exposto de agricultura e água de solo exposto.
- c) Já a banda 5 com comprimento de ondas entre (1,55 - 1,75 μm) intervalos espectrais (Infravermelho médio). Utilizada para identificar o uso do solo; estimar umidade de vegetação; distinguir nuvens de neve; agricultura.



Figura 2. Pontos de Controle no Georreferenciamento das Imagens *Landsat-5 TM*

Fonte: elaboração própria, a partir de *Landsat-5 TM* (1995, 2006).

Portanto, com a união dessas três bandas espectrais em composição falsa-cor (RGB 543), se torna possível identificar áreas urbanizadas, o que facilita a identificação visual dos

limites urbanos e a avaliação da densidade de ocupação do solo, através de diversas técnicas de Sensoriamento Remoto.

No tratamento das informações e geração do banco de dados foi utilizado o *software Spring 4.3.3*. Com esse aplicativo, se torna possível agregar dados brutos provenientes das imagens *Landsat-5 TM* e transformar em informações georreferenciadas. Posteriormente, passou-se a utilizar o *software Quantum GIS*, que apresentou os resultados desejados, quanto à comparação dos vetores (geometrias) e apresentação dos dados para análise dos resultados.

Para o processo de georreferenciar as imagens, foram utilizados 20 pontos identificados e numerados de P1 a P20, distribuídos sobre a área urbana da cidade de Cascavel, identificados nas imagens *Landsat-5 TM*, dos anos de 1995 e 2006, conforme apresentados e destacados na Figura 2.

Com a utilização dos pontos demonstrados na Figura 2, foi possível, registrar as imagens *Landsat-5 TM*, dos anos de 1995 e 2006. E ainda, foram identificados os respectivos dados de Resíduo Médio Quadrático (*Root Mean Square – RMS*), os quais serviram para registrar a qualidade atingida no processo de registro das imagens.

Critérios utilizados para delimitação das classificações de densidade urbana

A delimitação da mancha urbana foi realizada utilizando a técnica de interpretação visual de imagem sobre tela. A composição da mancha urbana se apresenta em tons avermelhados e azulados, os corpos hídricos se mostram em tons azulados (azul escuro), as florestas e outras formas de vegetação em tons esverdeados, enquanto os solos expostos em tons avermelhados e azulados. Quanto maior o teor de umidade o destaque do azulado se torna maior.

Instituídos os planos de informações (*layers*) e categorias (classes), delimitada a área urbana (mancha urbana) e as classes de densidade urbana para os anos de 1995 e 2006.

Os conhecimentos prévios do território foram adquiridos através de diagnóstico realizado. Onde ocorreram visitas a campo a fim de comprovar as informações obtidas e processadas em laboratório.

Ao delimitar os polígonos de alta densidade urbana, foi observar as regiões centrais e ocorre o predomínio de condomínios verticais e áreas de comércio com alta intensidade.

As regiões consideradas de média densidade urbana utilizou-se o critério de delimitar as localidades que embora valorizados, possuíssem alguns lotes vagos em diversas quadras, e/ou predomínio de residências e também condomínios verticais. Embora possuam comércio e prestações de serviços, essas regiões se afastam do centro e marca a transição para a periferia.

Já a baixa densidade urbana, foi observada a existência de vários lotes vagos em cada quadra, utilizados basicamente como bairros residenciais e/ou industriais, áreas afastadas do centro até o limite entre o urbano e as áreas rurais.

3. Classificação da densidade urbana

Na demonstração da classificação das imagens foi utilizado como identificador o ano de aquisição das mesmas, ou seja, 1995 e 2006. A quantificação das classes de densidade urbana por km², conforme Quadro 1.

Densidade Urbana (km ²)	Ano 1995 (km ²)	Ano 2006 (km ²)	2006 (-) 1995 (km ²)	2006 (-) 1995 (% crescimento)
Alta	4,76	8,45	3,69	77,52%
Média	20,66	22,77	2,11	10,21%
Baixa	47,84	54,70	6,86	14,34%
Lago	0,35	0,35	-	-
Total	73,61	86,27	12,66	17,20%

Quadro 1. Cálculo de Áreas por Geoclasse, para os anos de 1995 e 2006

Fonte: elaboração própria a partir de *Landsat-5 TM* (1995, 2006) e *software Spring 4.3.3*.

O resultado da classificação das imagens em Alta, Média e Baixa densidade urbana consta na Figura 3, para os anos de 1995 e 2006.

3.1. Análise dos resultados

A análise dos resultados é apresentada perante a indexação com os objetivos propostos pelo trabalho. Objetivo geral “comparar o crescimento da densidade urbana, entre os anos de 1995 e 2006 utilizando imagem de satélite *Landsat-5 TM*”; e objetivo específico “classificar a densidade urbana da cidade de Cascavel, Paraná, no período estudado para identificar as áreas de expansão urbana”.

Para as análises foram utilizados *softwares* e materiais descritos na seção materiais utilizados, bem como os métodos descritos no item métodos utilizados.

A delimitação da área urbana (mancha urbana), classificação da densidade urbana por km², exposta na Figura 3. E os dados apresentados no Quadro 1 vêm corroborar no entendimento da evolução do crescimento da densidade urbana no Município de Cascavel, Paraná.

A análise da densidade urbana compreendida como “alta densidade urbana”, obteve o crescimento de 3,69 km² em termos absolutos, obteve o maior aumento relativo para as datas pesquisadas. Atingiu o percentual de 77,52% de crescimento na densidade urbana nos onze anos que separam as duas datas estudadas. Com este dado, se percebe o adensamento nas áreas centrais da cidade, com a verticalização de edificações e diminuição de terrenos sem edificação.

Já a “média densidade urbana”, das três classificações foi a que alcançou o menor crescimento, tanto absoluto quanto relativo, obteve acréscimo de 2,11 Km² de área que corresponde ao percentual de 10,21%. Cujas classificações média cedeu espaço ao crescimento da alta densidade urbana, ao passo que avançou sobre a baixa densidade urbana, portanto, ocorreu o deslocamento periférico dessa classificação.

Logo, a “baixa densidade urbana”, sofreu a maior ação, pois, foi invadida pela média densidade urbana, ao passo que avançou sobre as áreas rurais do município. Apresentou o maior aumento absoluto em área com 6,86 Km², crescimento este, maior que as outras duas classes somadas (5,80 Km²), que em termos relativos apresentou 14,34% de desenvolvimento. O acréscimo se deu com a ocupação das periferias, abertura de novos loteamentos, que avançam sobre as áreas rurais do município, urbanizando áreas antes utilizadas para agricultura e pecuária.

A evolução da expansão urbana obtida para o período iniciado em 1995 até 2006, extraído das imagens do satélite *Landsat-5 TM* apontou 12,66 Km² de crescimento absoluto sobre as áreas rurais, o que corresponde a 17,20% de evolução da área urbana do município no período.

A fim de efetuar as comparações efetuadas referente às classificações de densidade urbana, através dos vetores que geraram os dados apresentados no Quadro 1, elaborou-se a Figura 3 para apresentar a evolução ocorrida para a classe de alta densidade urbana.

A sequência exposta nas figuras obedece a ordem cronológica, aferido pelas imagens *Landsat-5 TM*. Nas classificações sobrepostas foi atribuída transparência de 60%, para observar a sobreposição (2006 “+” 1995). E por fim, a evolução da área urbana (2006 “-” 1995) exposta na Figura 4, que apresenta apenas a evolução obtida com a intersecção (cruzamento) das densidades, resultando nas áreas das classes conforme a evolução de 1995 à 2006.

Percebe-se pelo exposto na Figura 3, secção referente alta densidade urbana, o adensamento urbano principalmente na parte central da cidade, além da evolução avançando

sobre a classificação de média densidade urbana, apontando maior crescimento ao sul, sudoeste e ao leste. Perímetro Urbano

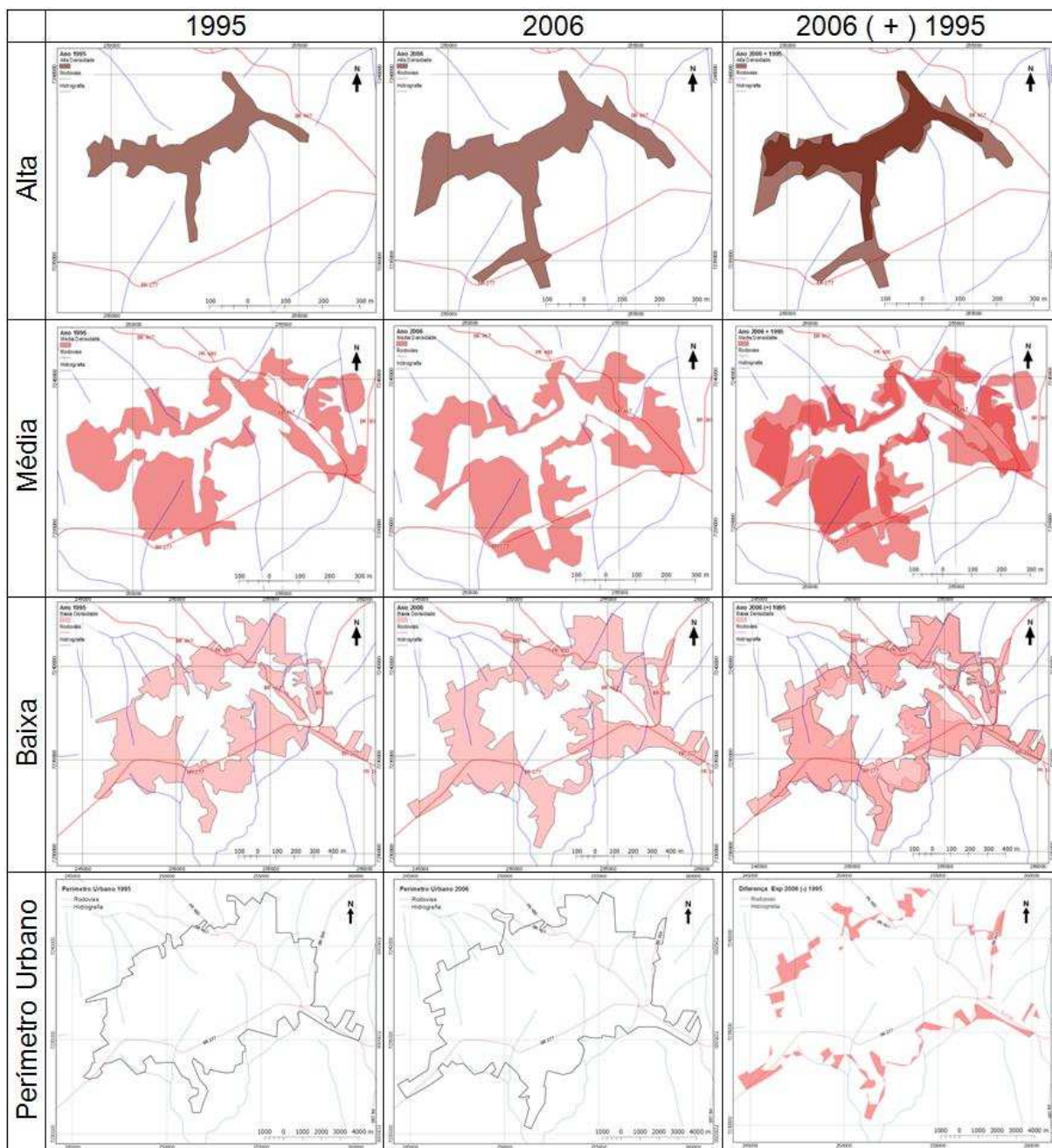


Figura 3. Relação das densidades urbanas para os anos 1995 e 2006

Fonte: elaboração própria, a partir de Landsat-5 TM (1995, 2006).

Ainda, a Figura 3, secção referente à média densidade urbana, aponta o crescimento dessa classificação que avançou sobre a baixa densidade urbana, principalmente no sentido sul, leste e oeste da cidade de Cascavel.

Assim como sofreu a ação da média densidade urbana, a baixa densidade urbana avançou sobre as áreas rurais, através de novos loteamentos que urbanizaram áreas de agricultura.

A Figura 3, na secção referente à baixa densidade urbana, apresenta a evolução da classificação no Município de Cascavel. Já na classificação de Perímetro Urbano, apresenta o crescimento deste no período estudado 1995 a 2006, que se expande em todas as direções.

Quanto à evolução urbana e a necessidade de áreas maiores para essa expansão urbana, é demonstrada na Figura 4.

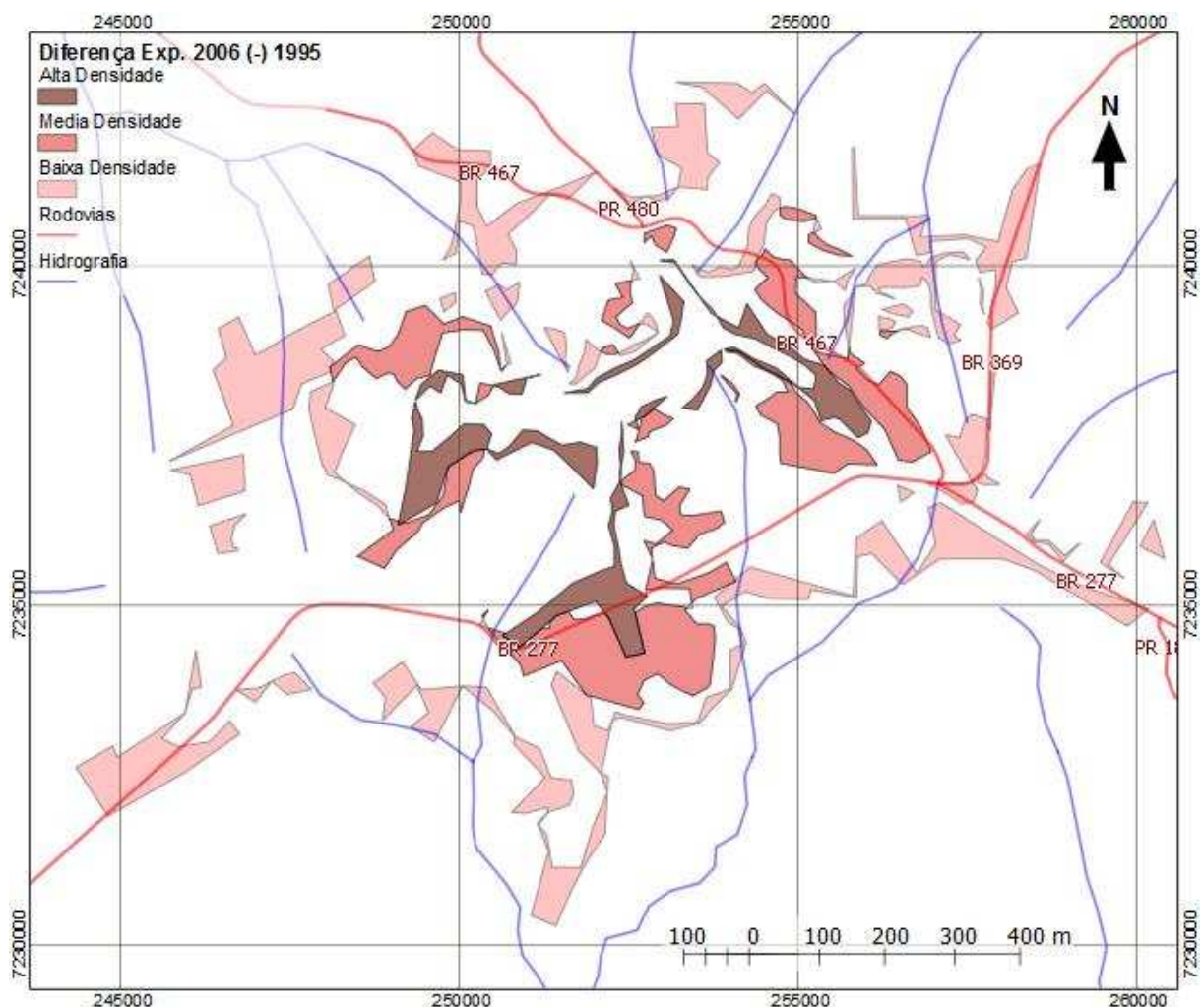


Figura 4. Relação de Expansão Urbana por Classe anos de 1995 a 2006

Fonte: elaboração própria, a partir de *Landsat-5 TM* (1995, 2006).

No Município de Cascavel, tal crescimento urbano se deu em todas as direções. Embora se perceba maior evolução nas seguintes regiões: (i) próximo a BR 277, que liga o Porto de Paranaguá, do litoral paranaense até a divisa do Brasil com o Paraguai na cidade de

Foz do Iguaçu, e passa por Cascavel; e (ii) na PR 467, que liga Cascavel ao Município de Guaíra, divisa do Paraná com o Estado do Mato Grosso do Sul.

As ferramentas e os procedimentos utilizados no SIG possibilitaram estabelecer (mapear) a evolução ocorrida na área urbana do Município, e o avanço sobre a área rural. Desta forma, ocorreu a expansão de loteamentos nas áreas periféricas e o crescimento vertical da cidade, sobretudo nas áreas centrais. Este fato fica evidente quando observado a Figura 4, onde foram alocadas as diferenças de crescimento, e demonstra a evolução por classe pesquisada.

Com os dados apresentados na Figura 4 e no Quadro 1, é possível concluir que o propósito de analisar e quantificar o crescimento temporal da área urbana do Município de Cascavel, foi alcançado.

Os dados obtidos pelos estudos demográficos, aliados as informações que as secretarias utilizam em seu dia a dia, possibilitam melhor planejamento das ações administrativas. Dentre elas, pode-se citar: implantação de equipamentos públicos (escolas, creches, postos de saúde); melhoria da mobilidade com estudos para implantação de redes de transporte público; adequação dos instrumentos de planejamento; e, ação na malha urbana com construção de pontes, viadutos, readequação de estradas, entre outras.

3.2. Discussão dos resultados

A classificação da densidade urbana foi definida em: “alta, média e baixa densidade urbana” e obtida a partir da utilização de duas imagens do satélite *Landsat-5* (1995 e 2006) utilizadas as bandas 3, 4 e 5 do sensor “*Thematic Mapper*”, na composição falsa-cor (R5G4B2), possibilitando assim a classificação da densidade e atender ao primeiro objetivo.

Observou-se que a cidade de Cascavel apresentou expansão na densidade urbana nas três classificações adotadas. A classe de alta densidade urbana obteve o maior crescimento no sentido sul, sudoeste e ao leste da cidade. A classificação de média densidade urbana apresentou crescimento principalmente ao sul, leste e oeste da área urbana. Já a classe de baixa densidade urbana apresentou crescimento da área urbana em todas as direções. Embora se perceba maior evolução nas áreas ao norte, sul e oeste, da área urbana foram os locais próximos à BR 277 e PR 467, as que se destacaram no quesito crescimento.

A classificação que mostrou maior expansão absoluta foi a baixa densidade urbana, que aponta para o crescimento da área urbana sobre a área rural no município. Entretanto, a categoria que apresentou maior crescimento relativo foi a classe de alta densidade urbana.

Este fato indica e comprova que ocorreu também importante aumento da densidade populacional na região central com o crescimento vertical daquele setor.

Ao atender os objetivos, as formas geométricas extraídas das imagens de satélite, bem como, a comparação entre as duas datas através do Quadro 1, que demonstram os dados obtidos e a Figura 3, que possibilitou a análise dos dados propostos e estabeleceu o comportamento dinâmico a cada polígono em separado. Que expressam a mobilidade e dinâmica das articulações e relações de forças que habitam e transforma o mesmo.

Considerações finais

A urbanização, palco de vários agentes transformadores, que produzem o espaço urbano, encontra-se, ao mesmo tempo, fragmentado e articulado. Para Saquet (2007) O território é entendido como área delimitada, com edificações e relações sociais de intervenção e controle. Segundo Smith (1988), “a produção do espaço é o resultado lógico da produção da natureza”. O interesse é pensar o espaço geográfico, ou seja, o espaço das atividades humanas. A cidade e suas paisagens são produzidas num cenário de conflitos “decorrentes das contradições inerentes às diferentes necessidades e pontos de vista da sociedade de classes” (CARLOS, 2005, p. 22).

O desenvolvimento do espaço geográfico e a urbanização, englobam os agentes que constroem, fragmentam, articulam e reconstróem o espaço urbano. Contudo, os agentes/atores que produzem o espaço são os seguintes: “(a) os proprietários dos meios de produção, sobretudo os grandes industriais; (b) os proprietários fundiários; (c) os promotores imobiliários; (d) o Estado; e (e) os grupos sociais excluídos” (CORRÊA, 2000, p. 12). Que vem ao encontro com a estrutura do capitalismo. Segundo Castells (1999) existiam três formas de manifestação do capitalismo avançado: “a) a existência de grandes unidades de produção, gerando aumento das áreas metropolitanas e descentralização espacial das áreas produtivas” que interfere no segundo fator; “b) a ampliação da massa de assalariados” e a marca mais profunda do mesmo “c) a concentração do poder político que busca criar condições para a formação e manifestação do capitalismo”.

Portanto, para entender melhor a cidade é preciso estudá-la a partir da ação de seus agentes sociais, que a moldam mediante as diferentes formas de uso de áreas definidas, que resultam em determinada organização espacial.

No contexto da abordagem da expansão urbana, Saquet (2007) aborda o território organizado através da urbanização e de progressos tecnológicos (fluxos, interdependência, complementaridade), inerentes ao avanço da circulação, o que confere caráter cada vez mais relacional à sua dinâmica. Lefebvre (2001), por sua vez, chama a atenção para o fato de que o urbano é o espaço onde se processam estas duas esferas de reprodução, que, historicamente, se concatenam em diferentes graus e intensidades, conforme o estágio de desenvolvimento das forças produtivas, concernente, principalmente, ao desenvolvimento do meio técnico-científico. Saquet (2007, p. 73) expressa que a “conexão entre diferentes áreas/territórios é uma contribuição muito importante, assumindo o caráter de articulação territorial de diferentes classes sociais”. Portanto, o território não é apenas o objeto destas relações. Lefebvre (2001) observa que o caráter espacial destas relações cria, historicamente, um espaço social que condiciona o desenvolvimento futuro destas relações.

O processo de reprodução espacial, produzido na sociedade hierarquizada em classes sociais, deu origem às paisagens que registram as lutas travadas em seu interior.

A partir deste enfoque o presente estudo visou atender a demanda por informações sobre território urbano do Município de Cascavel. E, apontou como resultado a expansão urbana ocorrida no período estudado (1995 a 2006). Demonstra ainda que, algumas lacunas no planejamento podem ser resolvidas com a utilização de dados públicos a fim de planejar o território.

Para isso, se demonstrou algumas formas possíveis de obter e quantificar as informações referentes ao Município, baseados em dados confiáveis, levantados a partir da metodologia utilizada.

Visualizaram-se como limitações do presente estudo, a dificuldade na obtenção de dados confiáveis junto ao município, pela inexistência ou duplicação o que causa dúvidas e incertezas. Não são raros os casos de municípios em que cada secretaria desenvolve e gerencia seus próprios dados. Portanto, quando confrontados, não se confirmam, gerando dubiedade sobre a credibilidade da informação, na medida em que, são diferentes entre si, já que são diferentes entre si. O que gera novos investimentos a fim de investigar ou realizar novos levantamentos.

Referências bibliográficas

- ANAZAWA, Tathiane Mayumi; SILVA, Ana Elisa Pereira da; FONSECA, Leila Maria Garcia; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira; FEITOSA, Flávia da Fonseca. Análise dos padrões de ocupação urbana em São Sebastião (SP), a partir de imagens CBERS 2B e LANDSAT 7. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. *Anais do...* Curitiba: INPE, p. 1004-1011, 2011. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0950.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2014.
- ARONOFF, Stan. *Geographic Information Systems: a management perspective*. Ottawa: WDL, 1989.
- BURROUGH, Peter A. *Principles of Geographical Information Systems: methods and requirements for landuse planning*. Clarendon: Oxford, 1986.
- CÂMARA, Gilberto; MEDEIROS, Cláudia M. B.; CASANOVA, Marco A.; HEMERLY, Andrea S.; MAGALHÃES, G. C. *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*. [São José dos Campos]: Projeto GEOTEC, 1996. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/anatomia.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2014.
- CÂMARA, Gilberto; MEDEIROS, José Simeão de. Princípios básicos em Geoprocessamento. In: ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyji. *Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura*. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. *Introdução à ciência da geoinformação*. São José dos Campos, SP: INPE, 2001.
- CÂMARA, Gilberto. Representação computacional de dados Geográficos. In.: CÂMARA, Gilberto; CASANOVA, Marco A.; DAVIS, Clodoveu; VINHAS, Lúbia; QUEIROZ, Gilberto Ribeiro de. *Banco de Dados Geográficos*. Curitiba: MundoGeo, 2005. p. 1-44.
- CARLOS, Ana Fani Alessandri. *A Cidade: o homem e a cidade, a cidade e o cidadão, de quem é o solo urbano?* 8. ed. São Paulo: Contexto, 2005.
- CASCADEL, Prefeitura Municipal. *Secretaria Municipal de Planejamento e Urbanismo*. Cascavel, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.cascavel.pr.gov.br/secretarias/seplan>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

CASTELLS, Manuel. *A Sociedade em Rede*. São Paulo: Paz e Terra/Graal, 1999.

CORRÊA, Roberto Lobato. *O Espaço Urbano*. 4. ed. São Paulo: Ática, 2000.

DURAND, Claudia; PEREIRA, Madalena Niero; MOREIRA, José Carlos; FREITAS, Corina da Costa. Análise da correlação entre população e área urbana (Km²) visando a inferência populacional por meio do uso de imagens orbitais. *Geografia*, Londrina: UEL, v. 16, n. 2, p. 113-142, jul.-dez. 2007. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/5562/5098>>. Acesso em: 5 maio 2012.

FURLAN, Adriana Aparecida. Geoprocessamento: estudos de Geomarketing e as possibilidades de sua aplicação no planejamento do desenvolvimento socioeconômico. *GEOUSP – espaço e tempo*, São Paulo: USP, n. 29, nov. 2011. Disponível em: <<http://citrus.uspnet.usp.br/geousp/ojs-2.2.4/index.php/geousp/article/view/387/215>>. Acesso em: 05 maio 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Spring* – versão 4.3.3. São José dos Campos: INPE, 2007. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring>> Acesso em: 03 maio 2009.

_____. *Divisão de Processamento de Imagens - DGI*. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/index.php>>. Acesso em: 5 maio 2011.

LAHM, Régis Alexandre. Noções básicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. In: VERDUM, Roberto; STROHAECKER, Tânia (org.). *Desenvolvimento Regional, Turismo e Educação Ambiental*. Porto Alegre: AGB, 2000.

LEFEBVRE, Henri. *O direito à cidade*. Tradução de Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Centauro, 2001.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. *Landsat missions*. [s.d.]. Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov/>>. Acesso em: 5 maio 2011.

_____. *The Landsat program*. [s.d.]. Disponível em: <<http://landsat.gsfc.nasa.gov/>>. Acesso em: 5 maio 2011.

- NOVO, Evlyn Márcia L. de Moaraes. *Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações*. 4. ed. São Paulo, Edgard Blucher, 2010.
- OJIMA, Ricardo. Dimensões da urbanização dispersa e proposta metodológica para estudos comparativos: uma abordagem socioespacial em aglomerações urbanas brasileiras. *Revista Brasileira de Estudos de População*, São Paulo: ABEP, v. 24, n. 2, p. 277-300, jul.-dez. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-30982007000200007&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 6 out. 2011.
- PINA, Maria de Fátima de; SANTOS, Simone M. *Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde*. Brasília: OPAS, 2000.
- ROCHA, César Henrique Barra. *Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar*. 2. ed. Juiz de Fora: César Henrique Barra Rocha, 2000.
- SALVADOR, Elisete Domingues; SILVA, Marcio Antônio da. *Curso de introdução ao ArcGIS 8.3: Companhia de Recursos Minerais*. Belo Horizonte: CPRM, 2004.
- SAQUET, Marcos Aurélio. *Abordagens e concepções sobre território*. São Paulo: Expressão Popular, 2007.
- SMITH, Neil. A produção do espaço. In: _____. *Desenvolvimento desigual: natureza, capital e a produção de espaço*. Tradução de Eduardo de Almeida Navarro. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988. p. 109-147.
- USGS SCIENCE FOR A CHANGING WORLD. *The U. S. Geological Survey Land Remote Sensing Program*. [s.d]. Disponível em: <http://pubs.usgs.gov/>>. Acesso em: mar. 2007.
- _____. *Landsat Data Continuity Mission*. Rolla Publishing Service Center, jun. 2010.
- _____. *The USGS Remote Sensing Technologies Project*. [s.d.]. Disponível em: <<http://calval.cr.usgs.gov/LDGST.php>>. Acesso em: 5 maio 2011.
- VALMORBIDA, Leomar. *Espaço urbano: uma breve análise da natureza de suas contradições*. 2006. Monografia (Especialização em Geografia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2006.

_____. *Densidade urbana e populacional e seus efeitos multitemporais na cidade de Cascavel/PR*. 2012. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

XAVIER DA SILVA, Jorge. *Geoprocessamento para análise ambiental*. Rio de Janeiro: Jorge Xavier da Silva, 2001.