



Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFPR

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DA MANCHA URBANA DO MUNICÍPIO DE FREDERICO WESTPHALEN, RS-BRASIL ATRAVÉS DE IMAGENS LANDSAT 5 TM

GABRIEL BERTANI¹
FÁBIO MARCELO BREUNIG²
RENATO BEPLER SPOHR³

RESUMO

O estudo do crescimento urbano de um município possibilita a identificação e a análise de tendências quanto à expansão preferencial da mancha urbana. Essas informações auxiliam na definição de estratégias de planejamento para atender aos aspectos sociais, econômicos e ambientais. O objetivo deste estudo foi determinar o crescimento da mancha urbana do município de Frederico Westphalen - RS, no período de 1987 a 2011. Foram utilizadas nove imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, de: 1987, 1990, 1993, 1996, 1999, 2002, 2005, 2008 e 2011. As bandas centradas em 450, 550 e 660 nm foram restauradas pelo método IHS de 30 para 10 metros. Essas cenas foram registradas a partir de uma imagem ortorretificada GeoCover 2000 utilizada como referência. Delimitou-se a área referente à mancha urbana do município, a qual foi vetorizada e sobreposta em todas as imagens. Foram realizadas classificações baseadas em procedimentos visuais (classificação manual) ao invés de processamento digital (automatizado) com o intuito de estimar o espaço ocupado pela mancha urbana em cada data. Os resultados permitiram estimar o crescimento da mancha urbana em intervalos de três anos e foram confrontados com dados demográficos do censo. A maior taxa de expansão foi verificada para o período entre 2008 e 2011. Entre os anos de 1987 e 2011 o crescimento verificado correspondeu a 295,23 ha, o que equivale a 109,05% de aumento em relação a 1987. Em geral, a cidade de Frederico Westphalen apresentou uma expansão radial. Como esperado, os resultados do processo de

¹ Graduado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: gabrielbertani@yahoo.com.br

² Professor Doutor do Departamento de Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: breunig@ufsm.br

³ Professor Doutor do Departamento de Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: renatospohr@yahoo.com.br

mapeamento apresentaram uma concordância significativa com o crescimento da população urbana.

Palavras-Chave: Sensoriamento Remoto, Processamento de Imagens, Urbanização e Sistemas de Informação Geográfica – SIG.

ANALYSIS OF URBAN AREA EXPANSION OF THE MUNICIPALITY OF FREDERICO WESTPHALEN, RS-BRAZIL, THROUGH LANDSAT 5 TM IMAGES

ABSTRACT

The study of urban growth of a municipality allows the identification and analysis of trends regarding the preferential expansion of the urban area. This information assists in defining planning strategies to meet the social, economic and environmental aspects. The objective of this study was to determine the urban area expansion of the Frederico Westphalen, RS-Brazil municipality, between the period from 1987 to 2011. Nine images acquired by the Landsat 5, TM sensor, were used, as follows: 1987, 1990, 1993, 1996, 1999, 2002, 2005, 2008 and 2011. The wavebands centered at 450, 550 and 660 nm were fused using the HSI transformation, and their spatial resolution passed from 30 to 10 meters. These scenes were geometrically corrected through a GeoCover orthorectified image used as reference. The area compassing the urban area was delimited with vectors and overlaid on all images. Classifications based on visual procedures (manual classification) rather than digital processing (automated) were performed within the limits of this area in each image, in order to estimate the urban manmade areas in each scene. The results allowed the estimation of urban growth at intervals of three years and they were compared to demographic data of Brazilian census. The highest urban expansion rate occurred between 2008 and 2011. Between the years 1987 and 2011 the urban area growth corresponded to 295.23 ha, which is equivalent to an increase of 109.05%, when compared to 1987. The results showed that Frederico Westphalen presented a radial expansion. As expected, the results of the mapping process presented a significant concordance with the growth of the urban population.

Keywords: Remote Sensing; Image Processing; Urbanization and Geographic Information Systems - GIS.

1 INTRODUÇÃO

Indicações sobre o histórico e a identificação de tendências de crescimento da mancha urbana são importantes para o planejamento e gerenciamento do uso e ocupação do solo das cidades, especialmente num cenário de mudanças ambientais globais (HEROLD et al., 2001; IPCC, 2010). No planejamento do processo de urbanização destaca-se a realização do Plano Diretor, obrigatório para municípios com população superior a 20.000 habitantes, de acordo com o Estatuto das Cidades (Lei ^o 10.257, de 10/07/2001) (BRASIL, 1988; FELDMAN, 2006; SABOYA, 2007). Entre as diretrizes do Plano Diretor destacam-se a proteção do meio ambiente e patrimônio histórico local, além da distribuição adequada dos recursos destinados a saneamento, transporte coletivo, habitação, saúde e educação.

De acordo com o Parágrafo único do artigo 2º do Código Florestal (1965), o termo área urbana refere-se às áreas compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido (BRASIL, 1965). Essas áreas são constituídas por um conjunto variado de materiais, como concreto, asfalto, vidro, plástico, grama, arbustos, árvores e solo. Tais elementos são alocados de forma complexa pelo homem, como as construções de habitação, sistemas de transporte e instalações industriais. Essa distribuição complexa, que se reflete numa alta frequência espacial dos elementos urbanos, pode dificultar a interpretação e identificação da variabilidade interna da área urbana em produtos de Sensoriamento Remoto (JENSEN, 2007).

Perante a crescente demanda por um maior conhecimento das áreas urbanas no Brasil, o uso das geotecnologias parece ser imprescindível. O geoprocessamento, através de módulos dedicados ao gerenciamento de banco de dados, visualização, análise e mapeamento permite que o processo de tomada de decisões seja mais eficiente, rápido e com baixo custo. Com a disponibilização de dados temporais de imagens adquiridas em nível orbital, passou a ser possível a avaliação, identificação e caracterização adequada da evolução da mancha urbana em uma média resolução espacial (NAKAMURA e NOVO, 2005). Os constituintes da paisagem urbana podem ser identificados com base na interpretação da resposta espectral dos alvos urbanos na região do visível ou do infravermelho próximo, desde

que haja contraste espectral entre o alvo de interesse e a paisagem adjacente (JENSEN, 2007).

O programa Landsat teve início na segunda metade da década de 60, a partir de um projeto desenvolvido pela Agência Espacial Norte Americana e dedicado à observação dos recursos naturais terrestres (*National Aeronautics and Space Administration* - NASA, 2010). O primeiro satélite da série (Landsat 1) foi lançado em 1972 com os sensores *Multispectral Scanner* (MSS) e *Return Beam Vidicon* (RBV). Em 1984 foi lançado o satélite Landsat 5 que manteve o sensor MSS e inovou com a inclusão do sensor *Thematic Mapper* (TM), que possibilitou avanços técnicos significativos e expandiu a faixa espectral de observação para o Infravermelho de Ondas Curtas (IVOC). Entre as sete bandas espectrais do sensor TM, as bandas 1, 2 e 3 possibilitam a elaboração de composições coloridas tipo cor-verdadeira, com uma resolução temporal de 16 dias e resolução espacial de 30 metros. Essas características possibilitam a análise temporal de diversos fatores, entre eles o crescimento da mancha urbana. Considerando as aplicações que as imagens Landsat 5 TM possuem em relação à identificação de áreas urbanas e a possíveis comparações temporais, ??????

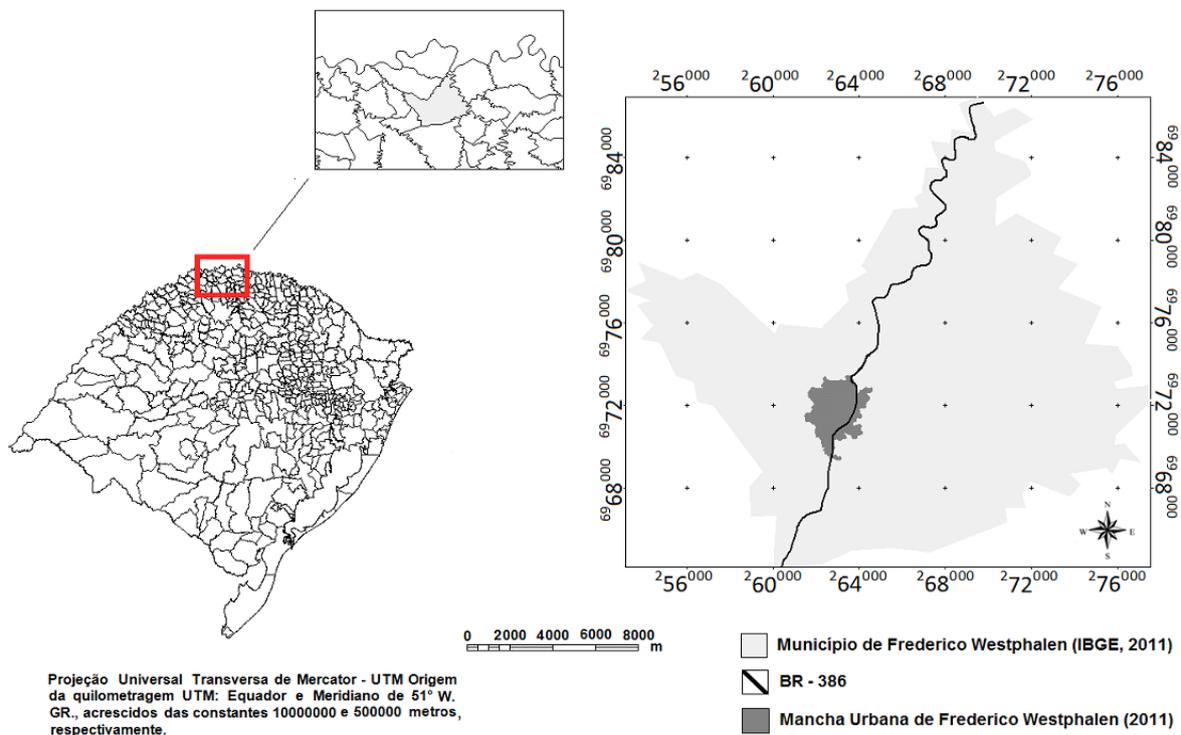
Frederico Westphalen – RS é um polo regional que concentra atividades industriais e de serviços. O município foi fundado em 1954, e atualmente conta com uma população de aproximadamente 28.295 habitantes. Apesar de o primeiro colonizador fixar-se em 1918, o surgimento da área urbana reporta para os primeiros movimentos emancipacionistas em 1937 e que cresceram na década de 1950. As primeiras edificações, em geral, foram erguidas nas proximidades da Praça 15 de Novembro (atual Praça Matriz) no antigo povoado Barril (BATTISTELLA, 1969; FERIGOLLO, 2004). Assim, de forma natural a cidade cresceu ao redor da praça. Infelizmente, nenhum estudo avaliou a forma e velocidade do crescimento urbano de Frederico Westphalen – RS até o presente. Nesse sentido, este trabalho tem o objetivo de avaliar a expansão da mancha urbana do município de Frederico Westphalen – RS, entre os anos de 1987 e 2011, em intervalos de três anos, com base em imagens do satélite Landsat 5.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Frederico Westphalen está localizado no extremo norte do estado do Rio Grande do Sul, na microrregião do Médio Alto Uruguai (Figura 1). É considerado o centro da microrregião, com economia baseada principalmente na indústria e no comércio. Segundo o IBGE (2011), sua população é de 28.295 habitantes, o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH corresponde a 0,834 e o Produto Interno Bruto - PIB é de R\$ 457.057.357,00. Ainda de acordo com o IBGE (2011), o município de Frederico Westphalen possui área de 264,53 km², altitude média de 566 metros e clima subtropical úmido.

Figura 1 – Mapa de localização do município de Frederico Westphalen-RS



2.2 AQUISIÇÃO E PRÉ-PROCESSAMENTO DAS IMAGENS E DADOS DEMOGRÁFICOS

Foram utilizadas nove imagens Landsat 5 TM e uma cena da *High Resolution Camera* - HRC do *China-Brazil Earth Resources Satellite -2b* (CBERS-2b) livres da cobertura de nuvens (Tabela 1). Devido à melhor resolução espacial da cena HRC, esta imagem foi utilizada com o intuito de comparar a delimitação da área urbana nesta cena com a da imagem LANDSAT de 2008, de forma a permitir a identificação de um percentual de erro na classificação da imagem TM do mesmo ano e assim, auxiliar na interpretação dos resultados. Além das cenas Landsat 5 e HRC, foi utilizado um Mosaico GeoCover 2000® (NASA, 2010) para fazer a correção geométrica das imagens. As imagens desse projeto são ortorretificadas e apresentam resolução espacial de 14,5 metros.

Tabela 1 – Especificações das imagens utilizadas para a avaliação da expansão da mancha urbana de Frederico Westphalen – RS.

Data	Sensor/satélite	Resolução espacial original	Resolução espacial da imagem reamostrada
06/09/1987	TM – Landsat 5	30 m	10 m
13/08/1990	TM – Landsat 5	30 m	10 m
08/10/1993	TM – Landsat 5	30 m	10 m
14/09/1996	TM – Landsat 5	30 m	10 m
02/05/1999	TM – Landsat 5	30 m	10 m
03/02/2002	TM – Landsat 5	30 m	10 m
26/01/2005	TM – Landsat 5	30 m	10 m
30/08/2008	TM – Landsat 5	30 m	10 m
27/01/2011	TM – Landsat 5	30 m	10 m
18/07/2008	HRC-CBERS-2b	2,5 m	-

O pré-processamento das imagens Landsat 5 TM foi dividido nas etapas de registro, reamostragem da resolução espacial e recorte das cenas. A primeira etapa realizada foi a reamostragem das imagens. Nesse processo, as cenas foram importadas no programa SPRING 5.1.5 (CÂMARA et al., 1996), onde a resolução

espacial foi alterada de 30 para 10 metros, através da transformação IHS (baseado na substituição da componente Intensidade pela banda pancromática). Em seguida, as cenas foram exportadas para o banco de dados. As demais etapas foram efetuadas no programa ENVI 4.5 (RSI, 2008).

O registro (correção geométrica através da aplicação de um ajuste polinomial) foi realizado em todas as cenas e teve como referência a imagem ortorretificada GeoCover (NASA, 2010). Neste processo, foram escolhidos dezesseis pontos de controle em cada imagem e a projeção utilizada foi a *Universal Transversa de Mercator* - UTM, *datum* WGS-84. O erro médio quadrático médio foi inferior a 1 pixel.

Na última etapa do pré-processamento foi estabelecido um vetor na imagem GeoCover, abrangente da área urbana de Frederico Westphalen. Essa máscara foi exportada para todas as cenas Landsat 5 TM. Efetuou-se um recorte nessas imagens para que as dimensões das cenas resultantes abrangessem apenas a área compreendida pela máscara. Esse processo foi necessário para evitar a presença de erros de comissão relacionados à determinação do tamanho da área urbana através da classificação nas outras datas.

Os dados demográficos referentes à população e ao PIB do município de Frederico Westphalen foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), na base de dados SIDRA. Esses dados foram tabelados para posterior avaliação e confrontação com os dados das estimativas de crescimento da mancha urbana.

2.3 MAPEAMENTO DA MANCHA URBANA - CLASSIFICAÇÃO

A série de imagens Landsat 5 TM (1987 a 2011) e a HRC foram classificadas a partir da interpretação visual, com a delimitação manual da mancha urbana de Frederico Westphalen, através da edição vetorial do programa ENVI 4.5 (RSI, 2008). A interpretação manual foi selecionada para evitar erros típicos associados a classificadores supervisionados e não supervisionados (erros de omissão e inclusão).

A partir dos vetores obtidos no processo de classificação foram gerados dois mapas, que representam o aumento da área urbana de Frederico Westphalen no período 1987-2011. Um dos mapas foi elaborado de forma a demonstrar o

crescimento da mancha urbana de Frederico Westphalen de forma gradativa a cada triênio entre o período 1987 - 2011. O outro mapa foi elaborado com o intuito de indicar a diferença entre as manchas urbanas do município em 1987 e 2011 (análise booleana).

2.4 ANÁLISE E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dados resultantes das classificações foram tabelados e apresentados em valores absolutos e relativos (percentagem). Para a análise dos resultados foi utilizando o pacote estatístico PSPP (PSPPIRE, 2011) e discutidos em função da forma da expansão da mancha urbana, da presença de tendências direcionais de maior crescimento e ainda, considerando o futuro impacto da instalação de instituições de grande porte, que possam exercer a função de atrair a população e condicionar a direção do crescimento da área urbana de Frederico Westphalen. Sempre que possível, foi estabelecida uma relação entre o crescimento da mancha urbana e o crescimento populacional medido pelo censo (IBGE, 2011).

A delimitação da mancha urbana a partir da imagem HRC foi utilizada como referência (mais real possível). A partir do mapa de referência, foi feito o cruzamento com a delimitação da mancha urbana realizada na imagem Landsat 5 TM do mesmo ano. Apesar de não ter sido possível avaliar a qualidade de todas as delimitações, a validação feita para o ano de 2008 permitiu obter uma estimativa dos erros de omissão e comissão que podem estar contidos nas demais classificações.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em 06/09/1987 a área urbana era de 270,73 ha e em 27/01/2011 a área era de 565,960 ha, o que mostra que o aumento foi de 295,23 ha, ou de 109,05 %. O crescimento trienal médio do município correspondeu a 36,9 ha ou 9,9 %. Já em relação à área total do município, o crescimento urbano apresentou aumento de 1,12% entre 1987 e 2011, com um índice de 2,14% no ano de 2011 (Tabela 2).

Tabela 2 – Variação da área total da mancha urbana de Frederico Westphalen no período de 1987 a 2011.

Ano	Área urbana total (ha)	% da área do município	Crescimento no triênio (ha)	Crescimento acumulado (ha)	Crescimento por triênio (%)
1987	270,730	1,02	-	-	-
1990	326,450	1,23	55,72	55,72	20,58
1993	384,440	1,45	57,99	113,71	17,76
1996	416,270	1,57	31,83	145,54	8,28
1999	429,840	1,62	13,57	159,11	3,26
2002	430,450	1,63	0,61	159,72	0,14
2005	437,000	1,65	6,55	166,27	1,52
2008	481,840	1,82	44,84	211,11	10,26
2011	565,960	2,14	84,12	295,23	17,46

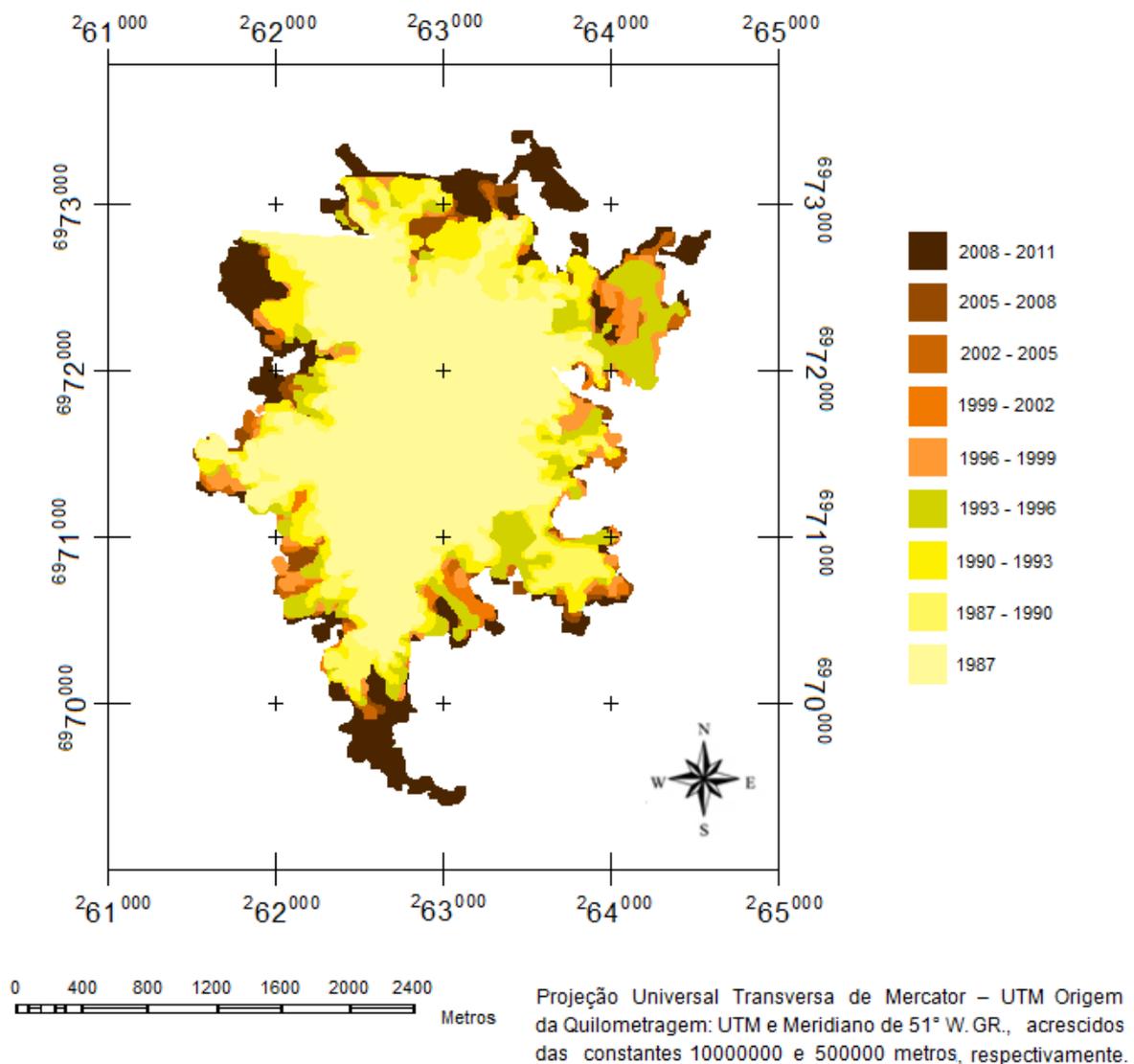
A título de validação dos resultados, paralelamente aos dados do IBGE (2011), o mapeamento da mancha urbana a partir das imagens de alta resolução espacial HRC-CBERS-2b (2,5 metros) mostrou que Frederico Westphalen possuía uma área urbana 507,82 hectares em julho de 2008. O mapeamento realizado com a imagem Landsat 5 TM resultou em uma área urbana de 481,65 hectares. Em síntese, os resultados obtidos estão subestimados em aproximadamente 5 %. Contudo, é possível entender a relação entre área urbana e população urbana e identificar a tendência de crescimento da do município de Frederico Westphalen-RS.

Verifica-se que o crescimento da área urbana começa a desacelerar a partir do triênio 1993 - 1996, onde o aumento da mancha urbana praticamente se estagnou entre 1999 – 2002. Esse processo coincide com o encerramento das atividades do frigorífico da empresa Sadia em Frederico Westphalen, no ano de 1996, que era a maior indústria do município. O incremento da mancha urbana voltou a ser acelerado entre 2002 – 2005, sendo que a unidade da empresa citada foi reaberta em 2001, desta vez adquirida pelo grupo Mabella.

A figura 2 demonstra o crescimento gradativo da cidade de Frederico Westphalen entre 1987 e 2011, em intervalos de três anos. A avaliação detalhada dessa figura permite a observação de uma tendência de maior crescimento para a

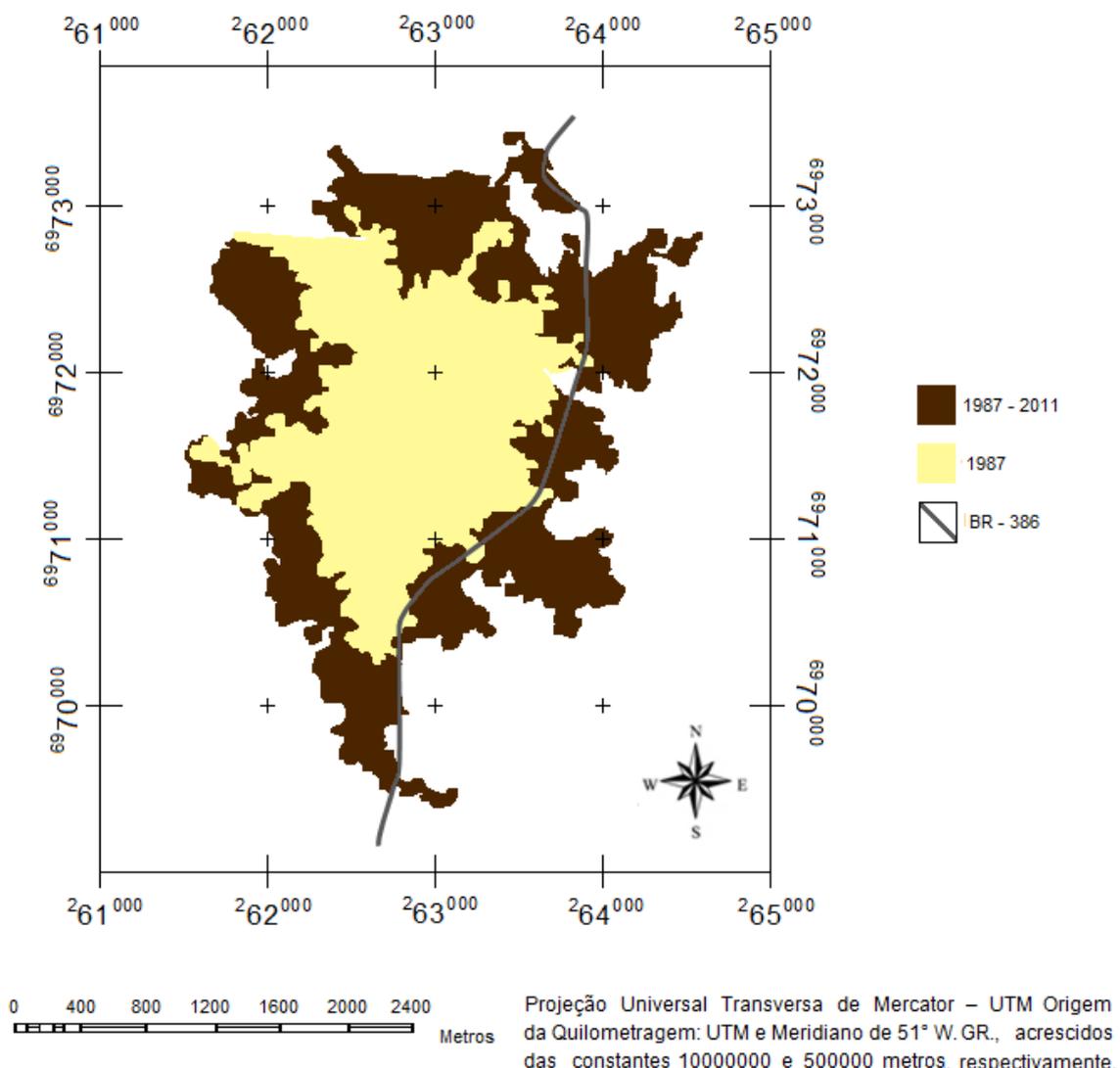
direção sul no triênio de 2008-2010. Essa tendência pode ser um reflexo da instalação do Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul (CESNORS), uma extensão (*campus*) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) a poucos quilômetros dessa região da cidade. Esse resultado reflete a forte demanda por espaço e pode interferir na valorização dos espaços urbanos. Além disso, podem servir de subsídio para a administração municipal no planejamento de obras públicas em longo prazo.

Figura 2 – Crescimento gradativo da mancha urbana de Frederico Westphalen – RS, entre os anos 1987 e 2011



O crescimento relativo mais intenso ocorreu no início da década de 1990, com uma expansão de 20,58% em três anos. Contudo, os valores absolutos de crescimento da mancha urbana mostram que a variação do triênio de 2008-2011 foi mais significativa (84,12 ha). Ao avaliar a forma do crescimento da mancha urbana, percebe-se que não existe uma direção preferencial (crescimento radial) entre os anos 1987 e 2011 (Figura 3). Entretanto, considerando os resultados apresentados nas Figuras 2 e 3, aliado ao conhecimento de campo, verificou-se que muitas limitações ao crescimento estão aliadas a limites físicos (rios, áreas de preservação permanente – APP, alta declividade, etc.) e econômicos (especulação imobiliária, falta de loteamento, valor financeiro para aquisição dos terrenos, etc.).

Figura 3 – Variação do crescimento da mancha urbana de Frederico Westphalen-RS, mapeada a partir das imagens Landsat 5 TM, no período 1987 – 2011



A comparação do crescimento total da população de Frederico Westphalen no período analisado concorda com o crescimento da população urbana aferida nos censos (IBGE, 2011) (Tabela 3). Essa tabela mostra que a população urbana ultrapassou a população rural a partir do censo de 1991. Em termos de crescimento da população urbana, levantada pelo censo, os maiores crescimentos ocorreram na década de 1991-2000 (aumento de 5.667 habitantes) e na década entre 1970 e 1980 (4.989 habitantes). Apesar de não ser significativa em função do pequeno número de amostras, a relação entre a população urbana e a área da mancha urbana do município de Frederico Westphalen mostrou um forte ajuste (Figura 4). Este ajuste nos permite inferir que o crescimento da população urbana ocorre de forma horizontal, ou seja, a expansão ocorre com a construção de edificações de poucos pavimentos. Ainda com base na tabela 3, verifica-se que existe uma relação inversa entre o total da população rural e o crescimento da mancha urbana (bem como população urbana). Isso indica que pode ter havido um êxodo rural acentuado no município, que se refletiu num aumento da mancha urbana.

Tabela 3 – População residente por situação do domicílio para o período de 1970 e 2010, baseado nas medidas do censo

<i>Situação do domicílio</i>	População residente (Pessoas)				
	<i>1970</i>	<i>1980</i>	<i>1991</i>	<i>2000</i>	<i>2010</i>
Urbana	9.230	14.219	14.766	20.433	23.333
Rural	16.337	15.714	10.169	6.326	5.510
Total	25.567	29.933	24.935	26.759	28.843

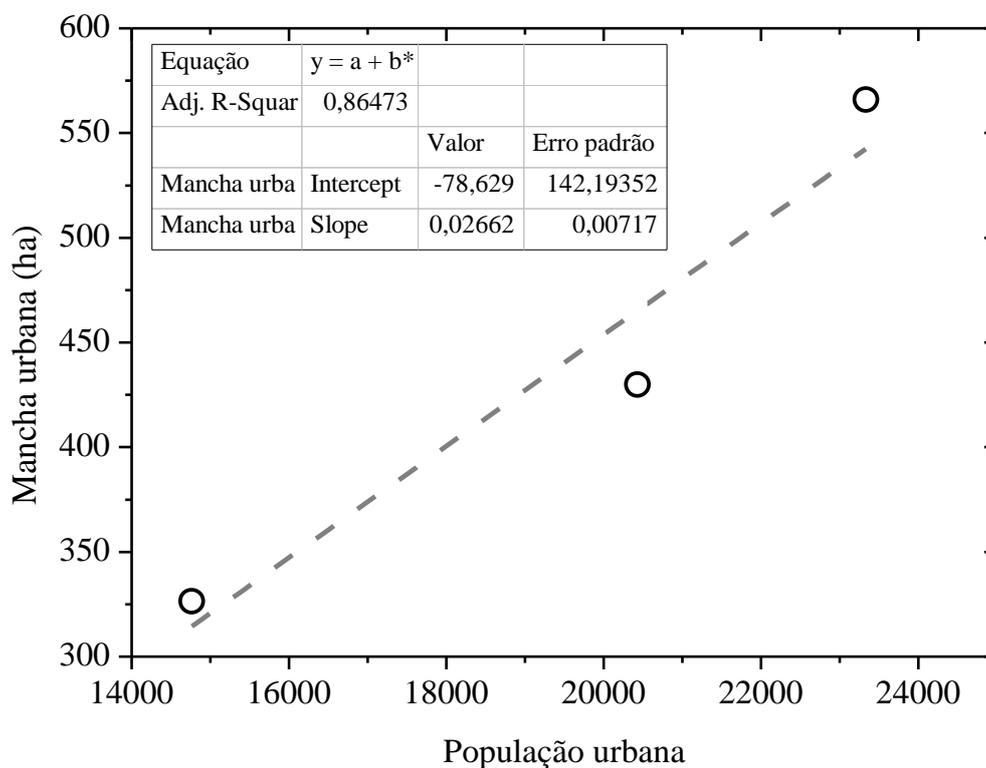
<i>Situação do domicílio</i>	População residente (Percentual)				
	<i>1970</i>	<i>1980</i>	<i>1991</i>	<i>2000</i>	<i>2010</i>
Urbana	36,10	47,50	59,22	76,36	80,90
Rural	63,90	52,50	40,78	23,64	19,10
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: IBGE, 2011. Censos Demográficos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010.

As implicações dessa constatação (crescimento horizontal é predominante) podem ser vistas de forma negativa através da maior perda de áreas agricultáveis e de forma positiva no que tange a maior presença de áreas verdes, melhor circulação do vento e ainda na melhor circulação de veículos. A presença de áreas residenciais

verticalizadas pode ocasionar um aumento dos problemas de trafegabilidade e maior poluição. De posse das constatações aferidas nesse estudo, verifica-se que a população está mais distribuída (de acordo com o tamanho da mancha urbana) e demanda um serviço de transporte urbano adequado a essa realidade.

Figura 4 – Indicação da relação entre a população urbana de Frederico Westphalen – RS e a área da mancha urbana mapeada através das imagens Landsat 5 TM entre 1980 e 2010.



Por fim, os resultados obtidos com o sensor TM concordam com os resultados obtidos por Nakamura e Novo (2005) que analisaram o uso de imagens do sensor CCD/CBERS2 e TM/Landsat 5 na avaliação da mancha urbana da cidade de Rio Branco - AC. Ou seja, sensores de média resolução espacial permitem avaliar a variação da mancha urbana. Contudo, estudos da variabilidade intraurbana demandam imagens de melhor resolução espacial.

4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que:

- A área urbana do município de Frederico Westphalen aumentou em 295,23 ha, entre os anos de 1987 e 2011. O período de maior crescimento urbano ocorreu no período de 2008 a 2011. A área da mancha urbana em 2011 totalizou 565,96 ha;
- O crescimento relativo mais intenso ocorreu entre 1987 e 1990, com uma expansão de 20,58%;
- A variação do crescimento urbano em função do tempo pode ter sido influenciada pelas atividades da empresa Mabella no município e a implantação do CESNORS/UFSM;
- Os resultados indicam para uma forte relação entre o crescimento da população urbana e o tamanho da mancha urbana. Entretanto, foi verificada uma relação inversa entre a população rural e a área urbana, o que pode estar associado ao êxodo rural;
- O crescimento urbano ocorreu predominantemente de forma radial no período de 1987 a 2011, sem deslocamento aparente em direção a uma região específica;
- Novos estudos, baseados em imagens de alta resolução espacial e dados populacionais por setor censitário, são necessários para permitir um melhor entendimento do crescimento urbano de Frederico Westphalen - RS.

REFERÊNCIAS

BATTISTELLA, Vitor. **Painéis do passado**: A história de Frederico Westphalen e, sessenta quadros de literatura amena. Frederico Westphalen: Gráfica Marin Ltda, 1969. 245p.

BRASIL. **Lei Federal nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Estabelece o Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. 16 set. 1965.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Distrito Federal. Presidência da República - Casa Civil - Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm >.

CÂMARA G., SOUZA R.C.M., FREITAS U.M., GARRIDO J. SPRING: **Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling**. Journal of Computers & Graphics, v.20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

CENTRO ESTADUAL DE PESQUISAS EM METEOROLOGIA E SENSORIAMENTO REMOTO – CEPARM. **Etapas de georreferenciamento**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/srm/novo/index.html>>. Acesso em: 30 de mar. 2010.

D'ALGE, J. C. L. **Geoprocessamento - Teoria e Aplicações - Parte I - Cap. 6 - Cartografia para Geoprocessamento**. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/engcart/PDASR/geom.html>>. Acesso em: 20 de jan. 2011.

FELDMAN, Sarah. As ilusões do plano diretor. **Revista do Programa Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**. FAUUSP [online]. 2006, n.19, pp. 260-262. ISSN 1518-9554.

FERIGOLLO, Wilson A. **Rostos e rastros no barril**: 1954-2004. Frederico Westphalen: Pluma, 2004. 424p.

GONZALES, Rafael C. E WOODS, Richard E. **Processamento de Imagens Digitais**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2000. 509 p.

HEROLD, M., G. MENZ, G. & K.C. CLARKE (2001): **Remote Sensing and Urban Growth Models - Demands and Perspectives**. In: JUERGENS, C. (2001): Proceedings of the Symposium on Remote Sensing of Urban Areas. Regensburg, Germany, 22-23 June 2001. Regensburger Geographische Schriften 35, CD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Banco de dados Agregados SIDRA: Universo - Tabela 202 - População residente por sexo e situação do domicílio**. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/default.asp> >. Acesso em: 13 set. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Municípios**. Disponível em: <www.ibge.br>. Acesso em: 23 de mar. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Programa CBERS**. Disponível em: <www.inpe.br>. Acesso em 10 de abr. 2010.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Publications and data: IPCC reports. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data.htm>. Acesso em 1 de março de 2010.

JENSEN, J.R. **Remote Sensing of the Environment: an Earth Resource Perspective**. Jersey: Prentice-HallNew, 2007. 596 p.

NAKAMURA, J.C.S. E NOVO, E.M.L.M. **Mapeamento da mancha urbana utilizando imagens de média resolução: sensores CCD/CBERS2 e TM/Landsat5 - estudo de caso da cidade de Rio Branco-Acre**. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. 16 a 21 de abril 2005. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia: INPE, 2005.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – (NASA). **Geocover**. Disponível em: <<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid>>. Acesso em 20 de fev. 2010.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – (NASA). **LANDSAT Program**. Disponível em: <<http://landsat.gsfc.nasa.gov>>. Acesso: em 16 de mar. 2010.

PSPPIRE. **PSPP statistical package**. Version 0.7.5-g70514b. FSF & GNU General Public License. Free Software Foundation, Inc., 51 Franklin Street, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA, 2011.

QUEIROZ, C. J. **Análise de Transformações Geométricas para o Georreferenciamento de Imagens do Satélite CBERS-I**. 2003. 120 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre – RS, 2003.

RSI. Environment for Visualizing Images - ENVI. ver. 4.5. Boulder, CO, USA: ITT Industries. 2008.

SABOYA, Renato. **Concepção de um sistema de suporte à elaboração de planos diretores participativos**. 2007. 142 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)– Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis – SC, 2007.

(Recebido em 26.09.2011. Aceito em 17.02.2012)