

Mapeamento espaço-temporal da expansão urbana da Região Metropolitana da Grande Vitória no período de 1991 a 2009, no estado do Espírito Santo

Aurélio Azevedo Barreto Neto ¹

Anthony Fabríz ¹

Rodrigo Borrego Lorena ²

¹ Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes/CESA
Av. Vitória, 1729 – 29040-780 - Vitória - ES, Brasil
aurelio@ifes.edu.br
anthonyfma2@hotmail.com

² Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN
Av. Marechal Mascarenhas de Moraes, 2.524 - Vitória - ES - CEP: 29052-015
rodrigo.lorena@ijsn.es.gov.br

Abstract. The Metropolitan Area is the main urban and industrial area of the Espírito Saint State, concentrating a population of 1,438,596 inhabitants, what acts about 46,45% of all population of the state. Industrial and urban growth happened in this area changing the land according to the most several interests. Green areas were suppressed to give place to houses, buildings, highways and others infrastructures that promote the development. The objective of this research was of accomplishing a space and temporary mapping of the urban occupation happened in Metropolitan Area of Vitória in the period from 1991 to 2009. For this, the study counted with the use of fourteen Landsat images of different times. The used methodology was supervised classification of the first image used as base for a visual analysis of the urban expansion for the following years. In the sequence were generated urban annual maps of the area that allowed a quantification of these areas. Those maps were analyzed in geographical information systems for an interpretation of the dynamics of expansion of the area. Then, the urban expansion data were confronted with the population growth data of the same period contributing to a better understanding of the dynamics of urban expansion.

Palavras-chave: urban expansion, remote sensing, land use change, expansão urbana, sensoriamento remoto, mudança de uso da terra.

1. Introdução

O desenvolvimento econômico de uma região atrai o crescimento populacional, que exerce uma pressão nas cidades, fortalecendo a necessidade de expansão de áreas para uma melhor conformação de moradias, comércio e indústrias.

A Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), instituída pela Lei Complementar N.º 204, de 22 de junho de 2001, com vista “à organização, planejamento e execução de funções públicas de interesse comum, no âmbito metropolitano”, é formada pelos municípios de Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória, ocupando uma área total de 2.286,54 km², que representa 4,97% da área total do território do estado do Espírito Santo.

A RMGV apresenta-se como o principal pólo de desenvolvimento urbano e industrial do Estado, concentrando uma população de 1.438.596 habitantes, o que representa 46,45 % da população total do Estado (IBGE, 2000).

A transformação da ocupação do solo nesta região tem ocorrido de variadas formas, respeitando-se os interesses mais diversos. Algumas áreas antes ocupadas por vegetação cederam espaço às moradias, enquanto em outras áreas promoveu-se a expansão de vias de transporte e instalação de equipamentos de infra-estrutura.

Diante da importância econômica, ambiental e social da RMGV para o estado do Espírito Santo e conseqüentemente para o Brasil, é de fundamental importância o mapeamento do desenvolvimento da mancha urbana para um melhor entendimento da dinâmica ocupacional desta região. Este conhecimento auxiliará na elaboração de propostas que minimizem a degradação ambiental, bem como a previsão e quantificação de degradação para futuros

cenários de ocupação urbana do solo. Alguns outros trabalhos já tiveram como objetivo o mapeamento e o entendimento da dinâmica do crescimento urbano conforme apresentados em Caneparo (2000), Nogueira et al. (2007), Polidoro e Pereira Neto (2009) e Breunig e Mello (2010).

Para a investigação do crescimento da mancha urbana, a pesquisa utilizou-se das técnicas do sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas (SIG). O Sensoriamento Remoto se dedica a compreender, medir e interpretar como cada objeto na superfície terrestre, em função de sua constituição e composição, absorve e reflete as energias eletromagnéticas incidentes sobre sua superfície (Meneses e Madeira Netto, 2001). Sensoriamento Remoto agrega tecnologia de sensores não imageadores e imageadores. Sensores portáteis não imageadores são importantes para o sucesso das aplicações que envolvem a caracterização espectral *in situ* e os sensores imageadores são sensores que possuem cobertura global e que estão instalados em aviões e satélites, produzindo as conhecidas imagens de satélites das quais podem ser extraídas informações da superfície terrestre (Souza Filho e Crósta, 2003). Os SIG's são ferramentas baseadas em sistemas computacionais, usados para armazenar, manipular, analisar, recuperar, modelar e visualizar informações geográficas (Burrough e McDonnel, 1998).

A utilização do sensorimamento remoto para estudos e monitoramento do crescimento urbano não é recente. Os primeiros estudos urbanos bem sucedidos utilizando sensoriamento remoto orbital datam do começo da década de 80 (Pisani & Zmitrowicz, 1992), utilizando principalmente satélites/sensores como o Landsat/TM (Jensen et all., 1981), e o SPOT/HRV (Jensen et all., 1983). Com a segunda geração de satélites somada aos avanços nas técnicas computacionais, surgiram as primeiras fusões de imagens ópticas com aerofotos e as obtidas com radar com o objetivo de melhorar a resolução espacial, os estudos de monitoramento do crescimento ganharam em precisão (Almeida, 2010). Porém, a terceira geração de satélites de sensoriamento remoto, com resoluções espaciais variando de 1m do Ikonos a 61 cm do *Quickbird*, representa uma revolução em termos de identificação de alvos em imagens de satélite.

Neste contexto, o principal objetivo deste trabalho foi o de analisar a evolução espaço temporal da ocupação urbana ocorrido na Região Metropolitana da Grande Vitória, utilizando-se Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas.

2. Materiais e Metodos

2.1 Área de Estudo

A área utilizada para o estudo (Figura 1) compreende os municípios que formam a Região Metropolitana da Grande Vitória, capital do Estado do Espírito Santo. A RMGV é composta pelos municípios de Cariacida, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória perfazendo uma área de 2330 km² que corresponde a apenas 5% do território capixaba e concentra uma população de 1.438.596 habitantes, o que representa cerca de 46,45 % da população total do estado (IBGE, 2000).



Figura 1 – Região Metropolitana da Grande Vitória

2.2 Materiais

O material utilizado para a realização deste estudo foram basicamente imagens do satélite Landsat e dados vetoriais da divisão política do estado do Espírito Santo.

As imagens Landsat foram adquiridas gratuitamente através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Nacionais (INPE). Foram utilizadas quatorze imagens Landsat TM 5 e 7, orbita/ponto 216/074, referentes aos anos de: 1991; 1993; 1994; 1995; 1997; 1998; 1999; 2000; 2001(ETM); 2003(ETM); 2005; 2006; 2008; 2009.

O arquivo vetorial com a divisão política do estado do Espírito Santo faz parte da base de dados do IJSN e foi adquirida junto ao Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF), que é o órgão responsável no estado pela demarcação das terras.

2.3 Métodos

A metodologia utilizada foi dividida em 3 etapas: pré-processamento (georreferenciamento), extração de informações (classificação automática e interpretação visual) e delimitação espaço temporal da expansão urbana dos municípios da RMGV.

Etapa 1 (um) – Pré-processamento das imagens de satélite (georreferenciamento).

O georreferenciamento seguiu um processo no qual as imagens foram registradas tendo como base a imagem georreferenciada do ano anterior. Isto ocorreu a partir da imagem de 1993, uma vez que a imagem de 1991 foi previamente georreferenciada. Desta forma, temos que a imagem de 2009 utilizou como base à imagem de 2008 que estava georreferenciada em relação à de 2006, que foi registrada em relação à de 2005, e assim sucessivamente.

Para o processo de georreferenciamento foram utilizados entre 20 e 40 pontos. O erro aceitado em todos os casos foi inferior a 1 pixel ($RMS < 30$ metros). Não foi alterado o tamanho do pixel (30m) nem tampouco a projeção cartográfica das cenas (UTM, SIGARSS 2000, fuso 24S).

Etapa 2 (dois) – Extração de informações (classificação automática e interpretação de imagens de satélite).

Para a extração das informações das imagens de satélite, foram utilizadas duas técnicas distintas, porém complementares. O processamento principal ficou por conta da classificação supervisionada por região (Crosta, 1994; Lillesand et al., 2004), que teve como objetivo principal a extração das manchas urbanas da imagem de 1999. Esta classificação gerou uma máscara com a delimitação das áreas urbanas para aquele ano. Em seguida, essa máscara foi sobreposta à imagem do ano seguinte, 1993, permitindo assim que fosse extraída apenas as áreas urbanas adicionais, dando origem a uma nova máscara de mancha urbana para o ano de 1993. Este processo foi repetido para as demais imagens, possibilitando assim extrair das imagens apenas as áreas que cresceram de um ano para o outro. A delimitação das áreas urbanizadas dos anos posteriores foi feita com interpretação visual das imagens e digitalização em tela.

Etapa 3 (três) – Delimitação espaço temporal da expansão urbana dos municípios da RMGV.

A delimitação espaço temporal da expansão urbana dos municípios da RMGV foi obtida através de operação entre mapas. Após a extração da mancha urbana para cada um dos anos estudados, foram realizadas subtrações entre os mapas produzidos, obtendo-se assim não só o valor de área acrescida ano/ano como também a localização destas áreas. O mapa resultante, onde as cores dos polígonos de crescimento são referentes aos anos que ocorreram, foi então cruzado com o mapa de divisão política, gerando assim um mapa final com a evolução espaço temporal da mancha urbana da Região Metropolitana da Grande Vitória. Na sequência, os dados de crescimento populacional da região foram analisados com base nos dados observados para o crescimento da área urbana.

3. Resultados e Discussão

Por meio do processamento dos dados dos quatorze mapas anuais representativos da área urbana dos municípios da RMGV foi possível a quantificação da expansão urbana ocorrida no período do estudo, apresentado na Tabela 1.

Com base na espacialização da dinâmica de crescimento urbano da região, apresentado na Figura 2, observa-se que os municípios que mais expandiram suas áreas urbanas foram Serra e Vila Velha, seguidos de Cariacica e Guarapari. Esse crescimento observado apresenta uma correlação com o crescimento populacional ocorrido nos municípios analisados, conforme Figura 3.

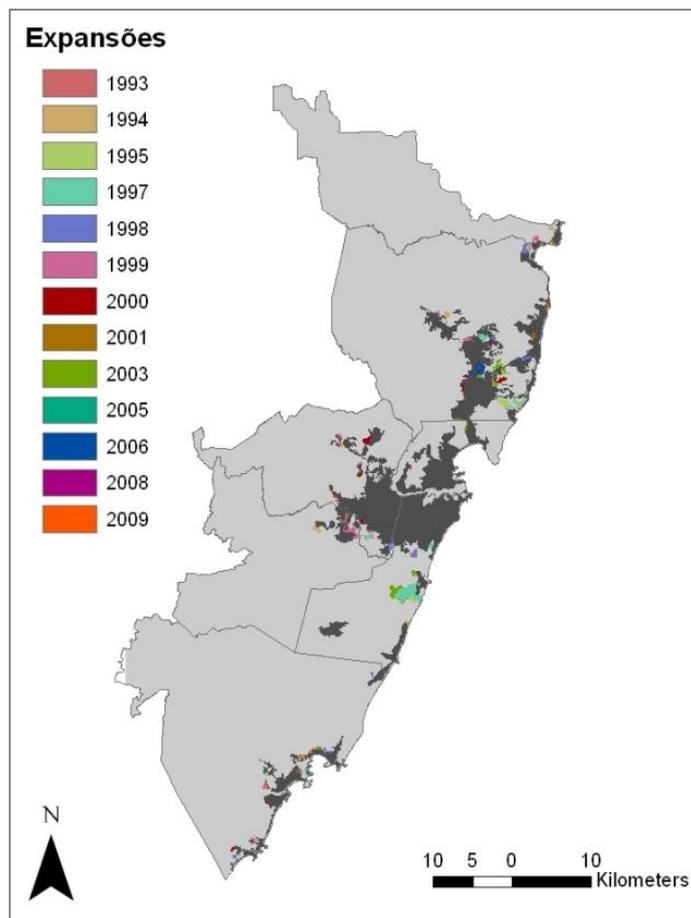


Figura 2: Espacialização da dinâmica de crescimento urbano dos municípios da RMGV.

Embora a cidade de Vitória tenha apresentado uma baixa expansão de sua área urbana, aproximadamente 0,68 km², é observado um elevado crescimento populacional. Esse fenômeno ocorre devido ao fato de que o crescimento desta cidade tenha se dado de forma interna e vertical. A demolição de casas para construção de edifícios e a intensificação da ocupação em bairros antes pouco povoados são exemplos do que se visualiza no crescimento urbano local.

Nos municípios de Viana e Fundão com crescimento de 2,01 e 1,25 Km² respectivamente, onde se considera baixa a expansão, tem-se o fato de ambas possuírem áreas rurais consideráveis. Em Fundão, se observou um crescimento na mancha localizada próxima ao litoral, pela formação de loteamentos. Fundão não é integrado ao sistema transcol de transporte público da RMGV, o que o afasta do eixo de crescimento da capital.

O crescimento observado nos municípios de Vila Velha e Serra é explicado pelo fato destes estarem localizados próximos a capital do Estado e por apresentarem uma grande quantidade de áreas disponíveis para a expansão do mercado imobiliário a um baixo custo dos terrenos. No município da Serra, se observa também uma significativa expansão por ocupação industrial.

Guarapari, cidade conhecida nacionalmente por suas praias, tem um crescimento baseado em uma ocupação habitacional para suprir a demanda turística de alta temporada. Observa-se a expansão em sentido interiorano das praias vinculado a consolidação de condomínios fechados, loteamentos e conjuntos habitacionais.

No município de Cariacica se observa uma expansão da mancha urbana próxima ao valor de expansão da mancha de Guarapari, porém com um crescimento populacional maior. Isto nos remete a idéia de um maior adensamento demográfico.

Tabela 1 - Crescimento da mancha urbana por município da RMGV no período de 1991 a 2009 em km².

Expansões	Município							Total
	Cariacica	Fundão	Guarapari	Serra	Viana	Vila Velha	Vitória	
1993	0,1917	0,6174	1,0935	0,1035	-	-	0,1161	2,1222
1994	-	0,1665	0,5364	2,0259	0,7551	0,2034	-	3,6873
1995	-	0,0036	0,1098	1,5516	-	0,6057	0,0999	2,3706
1997	0,8019	0,0612	0,3753	1,9116	-	4,8672	-	8,0172
1998	0,4338	0,0378	0,5328	1,6164	-	0,5832	-	3,2040
1999	0,9054	0,0189	0,3825	0,7200	1,2159	0,2070	-	3,4497
2000	1,1394	0,0009	0,1845	0,7605	0,0432	-	-	2,1285
2001	0,0927	0,2484	-	0,6957	-	-	-	1,0368
2003	-	0,0918	0,1953	1,6632	-	2,1537	0,4401	4,5441
2005	-	-	0,1386	0,1431	-	-	-	0,2817
2006	-	-	-	1,4589	-	-	-	1,4589
2008	-	-	0,1161	0,4644	-	-	-	0,5805
2009	0,1944	-	0,0792	-	-	-	0,0315	0,3051
Total:	3,7593	1,2465	3,7440	13,1148	2,0142	8,6202	0,6876	33,1866

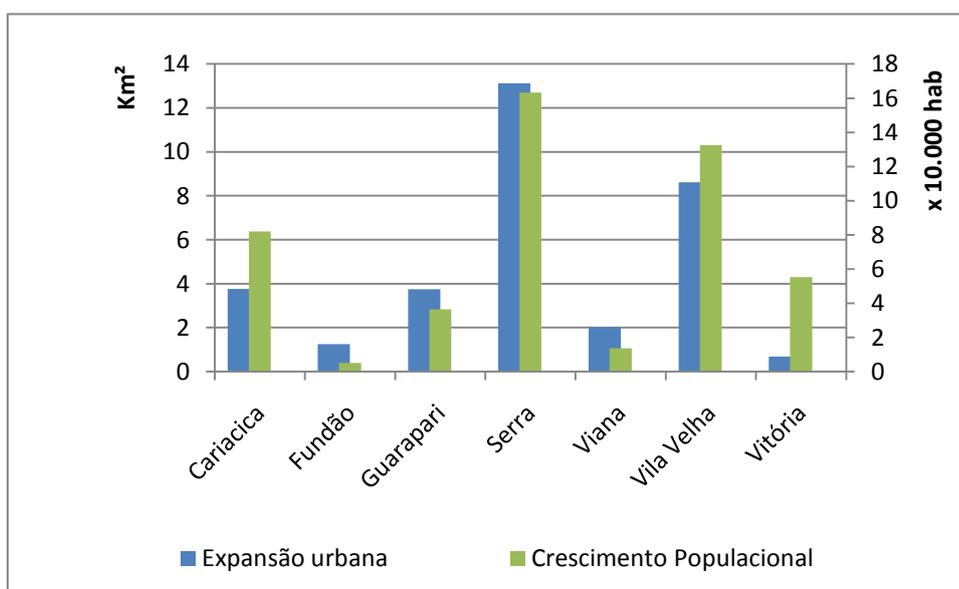


Figura 3: Crescimento populacional e expansão da mancha urbana para a RMGV.

4. Conclusões

A utilização das imagens LANDSAT do sensor TM mostrou-se como uma boa alternativa para o estudo de expansão urbana de uma macro-região, aliando o baixo custo operacional a partir da utilização de software gratuito e imagens de satélite disponibilizadas gratuitamente pelo INPE à visão sinóptica proporcionada pelo sensoriamento remoto.

A metodologia empregada permitiu não só delimitar as áreas de expansão urbana para cada um dos municípios da RMGV, como também a sua evolução no tempo. Isto torna este tipo de pesquisa de extrema relevância para os estudos da transformação do espaço urbano das cidades.

Os resultados encontrados poderão servir como norteadores para que os responsáveis pela gestão pública entendam as transformações nos espaços urbanos e suas relações com o crescimento demográfico, além de apontar as áreas que necessitam de um maior investimento em infraestrutura.

Ficaram explicitadas neste trabalho as diversas configurações da expansão urbana da RMGV, condicionadas as características ambientais e econômicas de cada município, favorecendo assim um melhor planejamento das ações geo-políticas.

5. Referências Bibliográficas

Breunig, F. M.; Mello, L. F. de. Evolução da mancha urbana ao longo da rodovia dos tamoios (São José dos campos – Caraguatatuba) no período de 2000-2008: uma primeira abordagem. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 17., 2010, Caxambú. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEP, 2010. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2010/docs_pdf/eixo_2/abep2010_2127.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2010.

Burrough, P. A.; McDonnell, R. A.. **Principles of Geographical Information Systems**. Oxford University Press, England, 1998, 336p.

Crosta, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Editora da UNICAMP, Campinas, 1994, 170 p.

Caneparo, S. C. Análise da dinâmica espacial da ocupação antrópica em Paranaguá/PR (1952-1996), através do uso de sistema de informações geográficas. **R.RA'EGA**, Curitiba, n. 4, p. 111-130, 2000.

Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., CHIPMAN, J. W. **Remote sensing and Image Interpretation**. John Willey & Sons, USA, 2004, 763 p.

Nogueira, A. C. F.; Sanson, F.; Pessoa, K. A expansão urbana e demográfica da cidade de Manaus e seus impactos ambientais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. Artigos, p. 5427-5434. On-line. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.17.45/doc/5427-5434.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2010.

Polidoro, M.; Neto, O. C. P. Análise da evolução da mancha urbana em Londrina-PR através das técnicas de sensoriamento remoto. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. Artigos, p. 811-818. On-line. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/10.07.15.38/doc/811-818.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2010.

Souza Filho, C. R., Crósta, A. P.. **Geotecnologias aplicadas à Geologia**. Revista Brasileira de Geociências, 33(2), 1-4, 2003.

Jensen, J.R. Urban change detection mapping using Landsat digital data. **American Cartographer**, n 8, pg 127 – 147, 1981.

Jensen, J.R. et al., Urban/Suburban land use analysis. In: **Manual of Remote Sensing**, vol 2, American Society of Photogrammetry, Falls Church, Virginia, pg. 1571 – 1666, 1983.

Pisani, M.A.J.; Zmitrowics, W. **Sensoriamento Remoto Via Orbital Aplicado a Estudos Urbanos**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de construção Civil, São Paulo, EDUSP, 1992.