

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO CRESCIMENTO URBANO DO MUNICÍPIO DE AMAMBAI – MS**MULTITEMPORAL ANALYSIS OF THE URBAN GROWTH OF AMAMBAI MUNICIPALITY – MS**Anderson Antonio Molina da Silva¹Fabrício Bau Dalmas²Antônio Conceição Paranhos Filho³**RESUMO**

O crescimento da área urbana em proporções maiores do que a rural é um fenômeno que surgiu com a industrialização e o desenvolvimento econômico. O estudo dos padrões da expansão urbana e seus processos tem sido uma área importante para a ciência, pois auxilia no entendimento das dinâmicas de crescimento e fornece subsídios para planejamentos e tomadas de decisões. O crescimento urbano pode ser estudado através da interpretação de integração de dados da evolução temporal da mancha urbana. Este trabalho teve o objetivo de analisar a expansão da área urbana do Município de Amambai (MS) durante o período de 1985 a 2015, através da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto, com imagens dos sensores TM e OLI, em um ambiente SIG, para identificar os vetores de crescimento; quantificar e mapear a evolução da área urbanizada; identificar padrões de vetores de expansão; e identificar a melhor área para a expansão urbana. A metodologia utilizada para a delimitação do perímetro urbanizado consistiu em fotointerpretação das imagens de satélite, reconhecimento da mancha urbana e posteriormente a delimitação da mesma através de vetorização. Conclui-se que a melhor área para crescimento da área urbanizada de Amambai é ao sentido norte e indica-se que o crescimento ao sul ficou inviável, pois instalou-se uma área indígena.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. LandSat. Evolução temporal.

ABSTRACT

The growth of the urban area in greater proportions than the rural one is a phenomenon that arose with the industrialization and the economic development. The study of urban expansion patterns and their processes has been an important area for science, since it helps in understanding the dynamics of growth and provides subsidies for planning and decision making. Urban growth can be studied by interpreting the integration data of the temporal evolution of the urban area. The objective of this study was to analyze the expansion of the urban area of the city of Amambai (MS) during the period 1985 to 2015, by applying remote sensing techniques with images of TM and OLI sensors in a GIS environment, where it was done the quantify and mapping the evolution of the urbanized area; identification of patterns of expansion vectors; and identify the best area for urban expansion. The methodology used for the delimitation of the urbanized perimeter consisted of the photointerpretation of the satellite images, recognition of the urban perimeter and later the delimitation of the same by means of vectorization. Thus concluded that the best area for the growth of the urbanized area of Amambai is the northern direction and indicates that the growth of the south will not be feasible, since the indigenous area did not expand this hypothesis.

Keywords: Remote Sensing. LandSat. Temporal evolution.

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Unidade II. Aquidauana, MS, Brasil, 79200-000. E-mail: molina.and.molina@gmail.com.

² Universidade Universus Veritas Guarulhos. Programa de Mestrado em Análise Geoambiental, Praça Tereza Cristina, 239, 07023-070, Guarulhos, SP, Brasil. E-mail: fdalmas@prof.ung.br.

³ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Avenida Costa e Silva, s/n, 79070-900, Cidade Universitária, Campo Grande, MS, Brasil. E-mail: antonio.paranhos@pq.cnpq.br.

INTRODUÇÃO

Planejar e gerenciar o crescimento urbano são tarefas cada vez mais desafiadoras para os gestores urbanos, tendo em vista que os fatores são cada vez mais dinâmicos e as mudanças ocorrem de forma acelerada. Monitorar tais transformações e os fatores que as influenciam é de vital importância para se elaborar políticas públicas para atender a demanda urbana.

Santos (1994) afirma que o espaço regional é marcado por relações sociais, econômicas e culturais em constante e acelerada mutação. Informações sobre mudanças e proporções dessas mudanças nas áreas urbanizadas tornam-se subsídios para planejadores e gestores, pois tais informações auxiliam nas tomadas de decisões e economizam tempo e dinheiro.

O crescimento da área urbana em proporções maiores do que a rural, é um fenômeno que surgiu com a industrialização e o desenvolvimento econômico, ou seja, é um fenômeno moderno. Conforme afirma Rigatti (2001) existem duas formas principais de crescimento urbano: o crescimento urbano por extensão e/ou por densificação. O crescimento por extensão é efetuado pela incorporação de áreas de uso não-urbano para urbano e o por densificação pelo aumento na intensidade de utilização do solo urbano, por verticalização ou outros meios, não precisando assim da incorporação de novas áreas.

O estudo dos padrões da expansão urbana e seus processos tem sido uma área importante para a ciência, pois auxilia no entendimento das dinâmicas de crescimento e fornece subsídios para planejamentos e tomadas de decisões. Importantes esforços têm sido efetuados na teoria a construção urbana para melhorar o seu entendimento sobre os mecanismos de produção e reprodução das cidades. Na mesma direção, estudos de centralidade como medida morfológica de diferenciação espacial, têm sido utilizados para representar a cidade através de seus espaços construídos (POLIDORI, 2004).

O crescimento urbano pode ser estudado também fora do campo de modelagem e simulação de cenários futuros, pode se fazer um estudo através da interpretação de integração de dados da evolução temporal da mancha urbana e de sua atual situação, para isso lança-se mão de imagens de satélite de um determinado tempo a ser estudado analisando-as em um ambiente SIG, possibilitando então determinar de uma forma simplificada os padrões de evolução bem como as áreas potenciais para expansão futura da mancha urbana.

De acordo com Meneses e Almeida (2012), o lançamento do ERTS-1, primeiro satélite de sensoriamento remoto, posteriormente renomeado para Landsat 1, foi o início ao sensoriamento remoto moderno. O sensor de imagem multiespectral desse satélite possibilitava a obtenção simultânea de quatro imagens nas faixas do espectro visível e do infravermelho próximo e ainda uma imagem no termal.

Com o lançamento do satélite Landsat em 1972 e reforçado com o lançamento do satélite Spot em 1986, o sensoriamento remoto passou a ser uma ferramenta importante no que tange a análise ambiental, tanto na escala local quanto regional a global (Coutinho, 1997). Diversos estudos são realizados para aproveitar todo o potencial das técnicas de processamento digital em ambiente de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para planejar, monitorar e mapear áreas urbanizadas. De acordo com Câmara, Monteiro e Medeiro (2004), o sensoriamento remoto tem sido de grande auxílio no estudo de modificações no espaço geográfico. Os processos que ocorrem no espaço geográfico podem ser tratados e interpretados com o uso de técnicas matemáticas e computacionais, denominadas em seu conjunto como geoprocessamento.

Com o avanço do poder de processamento de dados dos computadores e com o advento de softwares livres e gratuitos, nota-se uma redução de custos na análise de imagens de satélite. No caso de imagens Landsat o custo atualmente é zero. Sensoriamento remoto é a obtenção de dados ou informações de um objeto que está distante do sensor de amostragem. Essas imagens e dados são obtidas por meio da captação do registro da energia refletida pela superfície do objeto. Com as imagens obtidas com o conjunto de sensores embarcados em um satélite ou VANT, podemos obter os dados e estudar as interações que ocorrem na superfície da Terra (Paranhos Filho et al., 2016). Novo (2008) afirma que a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas manifestações podemos estudar fenômenos na superfície do planeta. O Sensoriamento Remoto utiliza técnicas de medições ou aquisições de informações de um fenômeno ou objeto, à distância, oferecendo uma visão panorâmica para o planejamento, pois trazem um registro fidedigno no momento da captura da imagem (NOVO, 2010).

As possibilidades de levantamento e integração de informações sobre o território se expandiram graças aos avanços tecnológicos do sensoriamento remoto, juntamente com o desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), destaca-se também a evolução da capacidade computacional e de processamento de dados (LANG & BLASCHKE, 2009). SIG é um conjunto de programas computacionais que integram dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados especialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido (FITZ, 2008).

Conforme Florenzano (2002), a expansão da mancha urbana de uma cidade pode ser facilmente detectada por imagens de satélite. Várias técnicas de interpretação e classificação de imagens são cada vez mais adotadas e desenvolvidas e uma grande parte dos alvos estudados apresenta uma variação

temporal, tornando assim o aspecto multitemporal de grande importância na interpretação de fenômenos.

Uma análise de expansão urbana não pode deixar de se apoiar na cartografia multitemporal, pois tal cartografia fornece mais do que sucessivos dados estatísticos, com essas análises é possível observar o dinamismo do processo de evolução, obtendo, assim, subsídios para futuros estudos. Conforme afirma Silva (2006), o sensoriamento remoto surge como uma técnica alternativa e bastante eficiente para avaliar o processo de crescimento do espaço urbano.

Para se determinar os vetores de crescimento urbano, Higashi (2006) afirmou que é necessária a retratação da mancha urbana, em no mínimo três épocas significativas e diferentes. Contudo, esse fator mínimo não pode ser absoluto, deve-se levar em consideração a complexidade e a extensão do tecido urbano. Preferencialmente, deve ser utilizada a maior quantidade de dados possíveis, gerando-se assim uma série histórica representativa.

Análise Multitemporal é o estudo de cenas de imagens de satélite, de mesmos locais, em diferentes períodos, visando avaliar as mudanças da paisagem apresentadas durante o tempo de estudo (TORRES, 2011). Soares e Alves (2004) destacam a importância deste tipo de estudo para medir a velocidade e a expansão da evolução da malha urbana, a qual permite a observação da mesma área em diferentes períodos, sendo imprescindível para o entendimento da forma e da intensidade da expansão urbana.

OBJETIVO

Este trabalho teve o objetivo de analisar a expansão da área urbana do Município de Amambai (MS) durante o período compreendido entre 1985 a 2015 através da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto, com imagens dos sensores TM e OLI (LandSat), em um ambiente SIG livre para identificar os vetores de crescimento. Os objetivos específicos foram: quantificar e mapear a evolução da área urbanizada; identificar padrões de vetores de expansão; e identificar a melhor área para a expansão urbana.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

De acordo com a página da Prefeitura Municipal de Amambai (PMA, 2018), o município, localizado no Estado Mato Grosso do Sul, está situado a 359 km de Campo Grande (capital do Estado), 90 km de Ponta Porã e 50 km de Coronel Sapucaia (Figura 1), numa região de relevo levemente ondulado, predominando os “Campos de Vacaria” e “Mata de Dourados”.

A população aferida no Censo de 2010 do IBGE era de 34.730 habitantes. Com uma área de 4.202 km², a densidade populacional em 2010 era de 8,26 habitantes por km². Na estimativa populacional reali-

zada pelo IBGE em 1º de julho de 2015, a população era de 37.590 habitantes, resultando em uma densidade populacional estimada de 8,94 habitantes por km² (PMA, 2018).

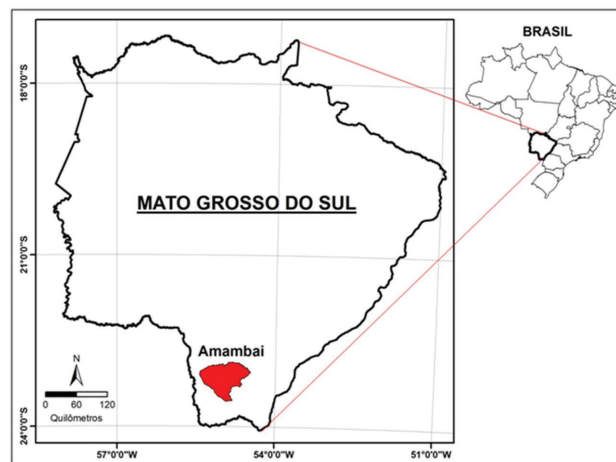


Figura 1. Localização do Município de Amambai (MS).

Figure 1. Location of the Municipality of Amambai (MS).

No presente artigo, foram adquiridas imagens Landsat de um período de 30 anos, com intervalos de dez anos: 1985, 1995, 2005 e 2015, possibilitando o estudo da evolução da área urbana do Município de Amambai, Mato Grosso do Sul. Esta evolução foi elaborada através da aplicação de técnicas de Sensoriamento Remoto em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas), a partir do cruzamento das informações extraídas as imagens Landsat, com dados vetoriais referentes ao relevo e tipo de solo da área de estudo, atores essenciais para o planejamento urbano.

As imagens Landsat possuem um enorme acervo devido ao seu tempo de operação, possibilitando uma análise em um grande período de tempo e conforme já mencionado o custo de aquisição é zero. Deste modo o uso das geotecnologias na análise da evolução da mancha urbana de Amambai-MS em ambiente SIG livre, irá possibilitar um estudo de caso com economia de tempo e possibilitará analisar uma grande área de interesse, delimitar seu vetor de crescimento e indicar as melhores áreas de espaço. Os materiais e equipamentos utilizados para este trabalho foram:

- Três cenas do satélite LandSat 5 e uma do LandSat 8, totalizando quatro cenas, órbita -ponto 225/76, imageadas em 1985, 1995, 2005 e 2015 obtidas no site Earth Explorer do USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov>).
- Imagem SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission* (USGS, 2010) do Mato Grosso do Sul, carta SF-21-Z-D, obtida no site do USGS (<http://srtm.usgs.gov/data/obtaining-data.html>).
- Programa Quantum GIS - versão 2.16 (Qgis Development Team, 2016).

A Figura 2 apresenta o fluxograma com a estrutura geral da metodologia utilizada para atingir os objetivos do trabalho.

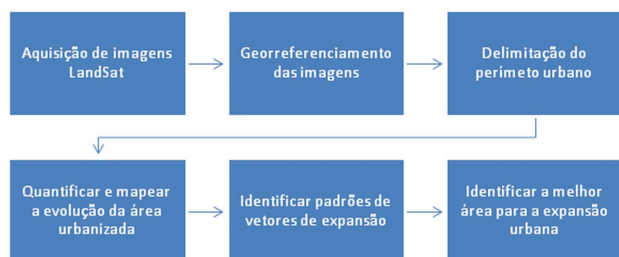


Figura 2. Fluxograma da estrutura geral da metodologia.
Figure 2. Flowchart of the general structure of the methodology.

Aquisição de imagens Landsat

Primeiramente foi adquirida a grade TM da América do Sul no formato *Shape File* de órbitas Landsat no site de Divisão de Geração de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE - www.dgi.inpe.br), desse modo ficou mais fácil fazer a pesquisa de imagem por órbita ponto, que são as passagens do satélite no mesmo ponto e órbita, no caso do Landsat acontece a cada 16 dias, de posse de tal informação, foi possível partir para a pesquisa de imagem.

A aquisição das imagens Landsat foram feitas por intermédio do *website Earth Explorer* (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) do USGS (United States Geological Survey - Serviço Geológico dos Estados Unidos), para ter acesso às imagens é necessário realizar um cadastro bem detalhado, porém fundamental para o aperfeiçoamento dos produtos que o portal oferece para a comunidade global.

Georreferenciamento das imagens

Uma das fases mais importantes e necessárias em análises espaciais é o referenciamento de dados sobre a sua representação e distribuição no globo terrestre. Essa correção é ainda mais necessária quando esses dados são provenientes de imagens de Sensoriamento Remoto, conforme afirma Crosta (2002), que cita que imagens geradas por sensores remotos, sejam elas fotografias aéreas ou imagens de satélites, são sujeitas a uma série de distorções espaciais, não possuindo, portanto precisão cartográfica quanto ao posicionamento dos objetos, superfícies ou fenômenos nelas representados.

Para o georreferenciamento das imagens do sensor TM (Landsat 5) dos anos de 1985, 1995 e 2005, foi utilizada como referência uma imagem do ano de 2015 do sensor OLI (Landsat 8), conforme a metodologia utilizada por Duarte et al. (2015). Utilizando pontos de controle para por meio da imagem do sensor OLI (Landsat 8), as imagens do sensor TM (Landsat 5) foram corrigidas.

Esse processo é muito utilizado em estudos em

que se pretende realizar uma análise multitemporal, conforme destaca Paranhos Filho et al (2016), que cita que o registro consiste em aplicar uma transformação geométrica bi-dimensional para associar as coordenadas da imagem, coordenadas que podem ser oriundas de outra imagem, base vetorial, dentre outras fontes. Esse processo é bastante aplicado em situações e que se pretende realizar uma análise multitemporal a partir de imagens de sensoriamento remoto.

Delimitação dos limites do perímetro urbano

Após o georreferenciamento das imagens do sensor TM foram necessárias as delimitações dos perímetros das áreas urbanizadas em cada recorte de tempo estipulado para a análise (1985, 1995, 2005 e 2015), para que posteriormente fosse possível a análise e comparação do crescimento urbano ao longo de 30 anos.

A metodologia utilizada para a delimitação do perímetro urbanizado consistiu em fotointerpretação das imagens de satélite, reconhecimento da mancha urbana e posteriormente a delimitação da mesma através de vetorização em ambiente do programa QGIS (Qgis Developmet Team, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vetorialização das manchas urbanas

Segue as imagens com a delimitação das manchas urbanas no período de 30 anos (Figuras 3, 4, 5 e 6).

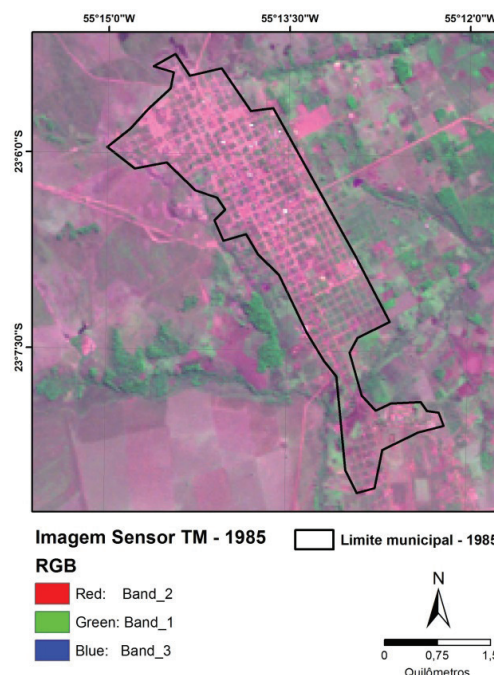


Figura 3: Limite da área Município de Amambai – MS, ano 1985.

Figure 3: Limit of the area Municipality of Amambai - MS, in 1985.

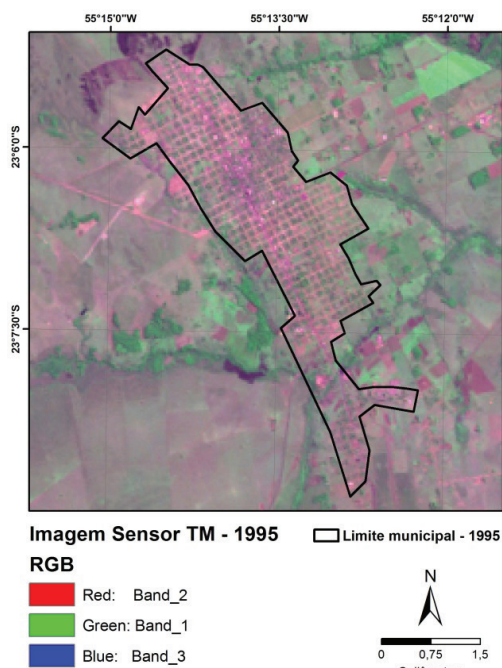


Figura 4: Limite da área Município de Amambai – MS, ano 1995.

Figure 4: Limit of the area Municipality of Amambai - MS, in 1995.

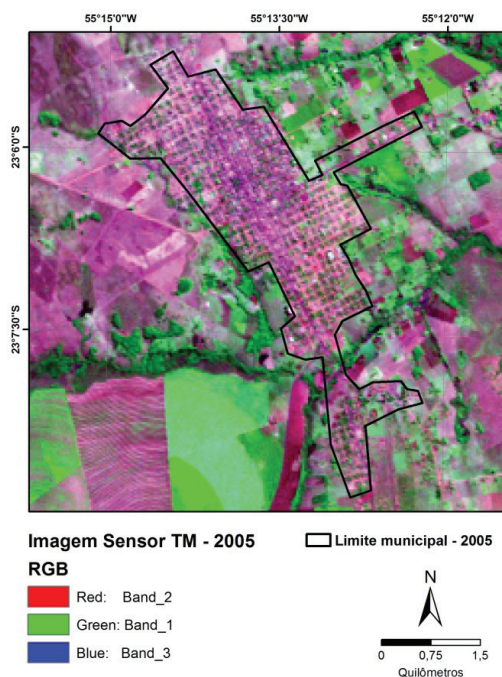


Figura 5: Limite da área Município de Amambai – MS, ano 2005.

Figure 5: Limit of the area Municipality of Amambai - MS, in 2005.

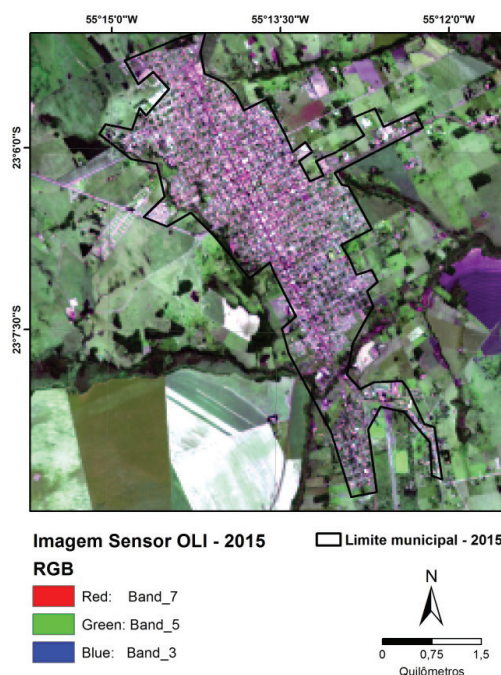


Figura 6: Limite da área Município de Amambai – MS, ano 2015.

Figure 6: Limit of the area Municipality of Amambai - MS, in 2015.

Vetores de expansão

Após a sobreposição dos vetores produzidos com as manchas urbanas de Amambai – MS, a partir de imagens LandSat dos anos de 1985, 1995, 2005 e 2015 foi possível quantificar e comparar o crescimento urbano. Foram realizadas sobreposições no intervalo de 10 em 10 anos. Posteriormente, para facilitar a visualização foram sobrepostos todos os limites. A Figura 7 apresenta a sobreposição dos vetores das manchas urbanas de 1985 e 1995.

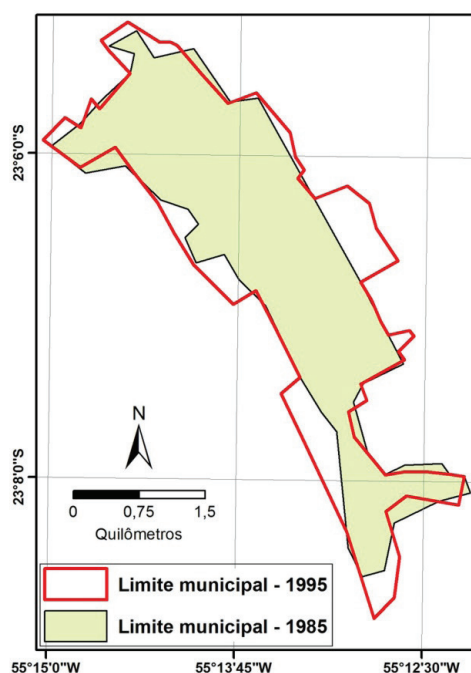


Figura 7: Sobreposição dos limites da área urbana de Amambai, nos anos 1985 e 1995.

Figure 7: Overlap of the limits of the urban area of Amambai, in 1985 and 1995.

No período compreendido entre 1985 a 1995 a área urbana do município cresceu 19,25%, passando de 727 m² para 868 m², com maior destaque no crescimento ao sentido nordeste, próximo à rodovia MS-156. As vilas Orlando Viol e Jardim Panorama surgiram nesse período. Já no período que envolve os anos de 1995 até 2005 a mancha urbana do município não teve um crescimento tão expressivo e passou de 867,8 m² para 928 m², totalizando um crescimento de apenas 7% (Figura 8).

Pode-se observar o crescimento também para sentido nordeste da área urbana. As novas edificações foram construídas ao longo da rodovia MS-156, no sentido Caarapó (MS), em sua grande maioria exercendo função comercial, fábricas de anilhas, postes de concreto, insumos e implementos agrícolas, entre outras.

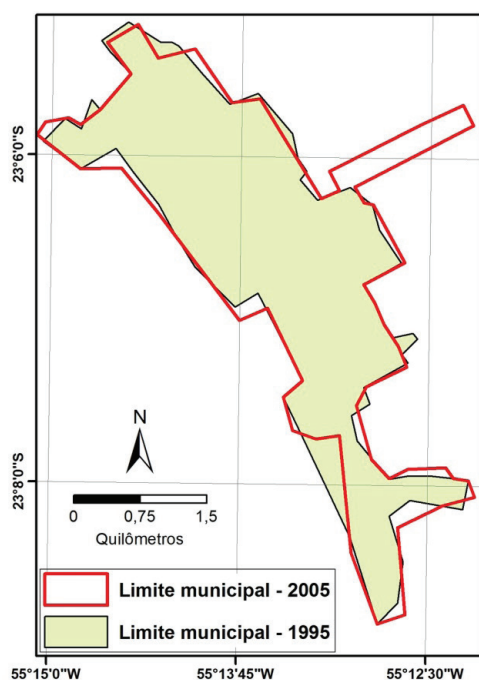


Figura 8: Sobreposição dos limites da área urbana de Amambai, nos anos 1995 e 2005.

Figure 8: Overlapping of the limits of the urban area of Amambai, in 1995 and 2005.

O período em que foi possível observar o maior crescimento, compreende os anos de 2005 a 2015. Nesses 10 anos a área urbana de Amambai passou de 928 m² para 1221,5 m², correspondendo a um aumento de 31.5% (Figura 9).

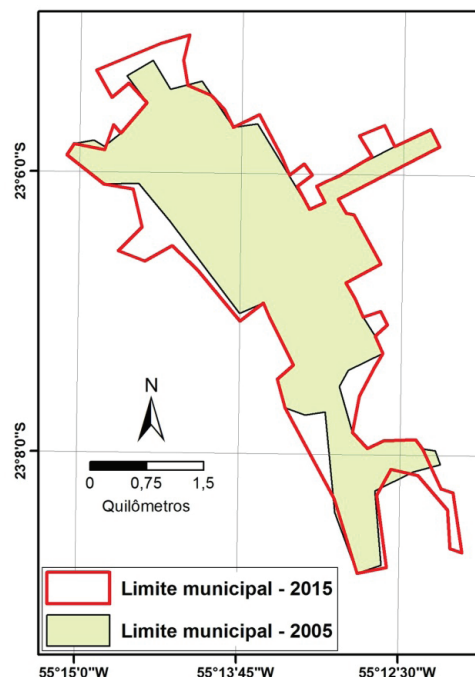


Figura 9: Sobreposição dos limites da área urbana de Amambai, nos anos 2005 e 2015.

Figure 9: Overlap of the boundaries of the urban area of Amambai, in 2005 and 2015.

Nesse período de 2005 a 2015 houve um crescimento da área urbana no sentido norte, em direção ao parque industrial, e também um vetor de crescimento próximo à rodovia MS-485, no bairro Residencial Por do Sol, divisa com o Clube do Laço União Amambaiense. Quanto à análise geral com todos os limites, pode-se observar que a área urbana do Município de Amambai passou de 727 m² em 1985, para 1221,4 m² em 2015, totalizando assim o aumento de aproximadamente 59,5%, em um período de 30 anos.

Com a sobreposição dos limites adquiridos com a análise das imagens Landsat, pode-se observar o sentido de crescimento da mancha urbana ao longo dos 30 anos. Os vetores principais de crescimento da área urbana do município de Amambai-MS são no sentido nordeste, próximo a rodovia MS-156, em 1985; sentido sul em 1995; houve um período de pequeno crescimento da área urbana entre 1995 a 2005, na direção nordeste; e um crescimento notório nos sentidos norte, oeste e sul até 2015. A sobreposição de todos os limites pode ser observada na Figura 10.

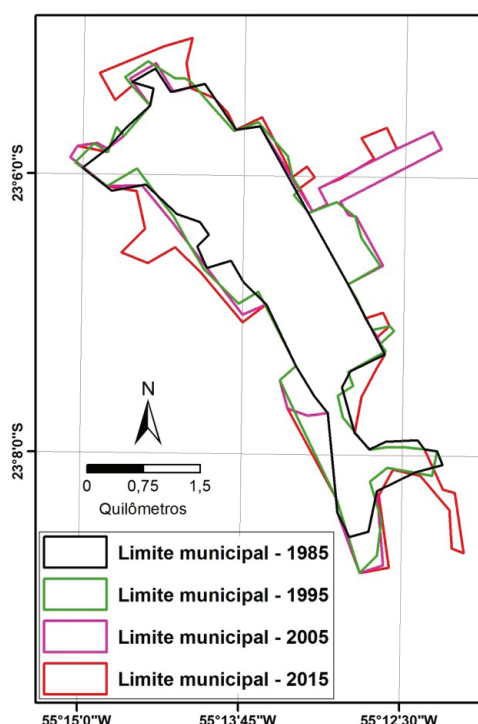


Figura 10: Sobreposição dos limites da área urbana de Amambai, em 1985, 1995, 2005 e 2015.

Figure 10: Overlap of the boundaries of the urban area of Amambai, in 1985, 1995, 2005 and 2015.

As áreas do limite da área urbana de Amambai nos anos de 1985, 1995, 2005 e 2015, podem ser observadas na Tabela 1. Já a taxa de crescimento entre os anos da análise e o comportamento do crescimento podem ser visualizados na Tabela 2 e Figura 11, respectivamente.

Tabela 1: Áreas do limite da área urbana de Amambai, nos anos de 1985, 1995, 2005 e 2015.

Table 1: Limit of areas of the urban area of Amambai, in 1985, 1995, 2005 and 2015.

Ano	Área (m ²)
1985	727,04
1995	867,75
2005	928,17
2015	1.221,40

Tabela 2: Taxas de crescimento da área urbana de Amambai, entre 1985 a 2015.

Table 2: Growth rates of the urban area of Amambai between 1985 and 2015.

Período	Taxa de crescimento
1985-1995	19,25%
1995-2005	7%
2005-2015	31,5%
1985-2015 (30 anos)	59,52%

Identificação de áreas para expansão

Para identificar a melhor área para expansão da área urbana do Município de Amambai-MS foram sobrepostos os vetores referentes à área urbana dos anos analisados (1985, 1995, 2005 e 2015) a uma imagem SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM, 2008), contendo os dados do modelo digital de elevação (Figura 11).

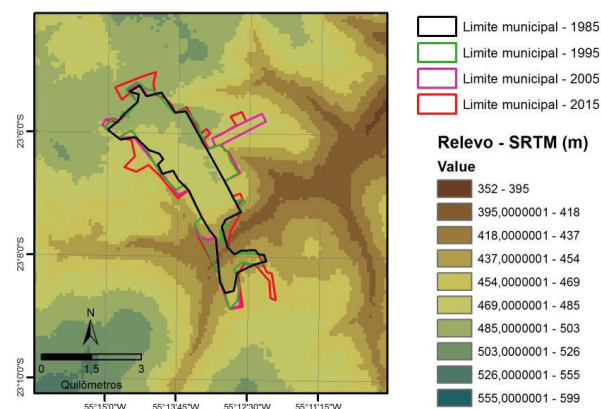


Figura 11: Sobreposição dos limites da área urbana de Amambai à imagem SRTM.

Figure 11: Overlap of the boundaries of the urban area of Amambai to the SRTM image.

De posse das informações do cruzamento de dados dos vetores de expansão de 30 anos com Modelo Digital de Elevação (SRTM), pode-se observar que há uma tendência de crescimento da área urbana para áreas de maior altitude (454 m a 555 m).

Conforme mencionado anteriormente, no último período analisado (2005 – 2015) foi observado um forte crescimento no sentido sul, mas essa não é melhor área para expansão urbana, pois esse vetor de crescimento está limitado pela Reserva Indígena e pela presença de área militar, conforme mapeamento produzido pelo INCRA (2011).

Também se observa um crescimento no sentido oeste do centro urbano, sendo que nesse ponto comporta um crescimento urbano, desde que se respeitem as áreas úmidas, pois o existe ali o córrego Cabeceira da Lagoa. Um bom vetor de crescimento é na parte norte próximo ao parque industrial, mais especificamente a noroeste do parque, pois é uma área elevada e longe de cursos hídricos, evitando assim alagamentos e degradação de tais recursos, sendo assim uma área residencial por vocação.

CONCLUSÃO

O uso de imagens de satélite Landsat para essa análise multitemporal do município de Amambai-MS, georreferenciadas e analisadas em ambiente SIG livre, se mostrou eficiente, pois possibilitou delimitar o limite da área urbana a partir de quatro imagens da órbita ponto 225/76 dos respectivos anos: 1985, 1995, 2005 e 2015.

A aquisição de imagens de satélite e seu processamento proporcionaram um retrato vetorial do crescimento da área urbana do município, possibilitando assim a descrição e estudo de cada evolução, tanto parcialmente a cada 10 anos, como a evolução geral no período de 30 anos.

Pode-se, então, verificar que o crescimento horizontal da área urbanizada evoluiu para áreas de maior altitude a partir do centro urbano, no ano de 1985, sentido nordeste próximo a rodovia MS-156; já no período que envolve os anos de 2005 a 2015 ocorreu um crescimento no sentido norte, próximo ao parque industrial, sentido oeste próximo ao clube do laço e no sentido sul, próximo ao 17º Regimento de Cavalaria Mecanizado, entre a rodovia MS-156 e MS-289. Assim, indica-se que a melhor área para crescimento da área urbanizada é ao sentido norte, mais especificamente a noroeste do parque industrial, e indica-se que o crescimento ao sul ficou inviável, pois existe uma área indígena inviabilizando tal hipótese de expansão nesse sentido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; MEDEIRO, J. S. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html>>. Acesso em: 07 mar. 2017.
- COUTINHO, A. M. **Segmentação e classificação de imagens Landsat - TM para o mapeamento dos usos da terra na região de Campinas, SP**. São Paulo: USP, 1997.
- CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Ed. Rev. Campinas, SP: IG/UNICAMP, 1993.
- DUARTE, G. S.; COSTA, G. E.; OLIVEIRA, A. P.; BARROS, R. S.; CRUZ, C. B. M. O uso da geometria do Landsat 8 como base para o georreferenciamento semiautomático visando estudos espaço-temporais. In: **XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto** – SBSR, João Pessoa, PB, 2015.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.
- FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Texto, 2002.
- HIGASHI, A. R. **Metodologia de uso e ocupação dos solos de cidades costeiras brasileiras através de SIG com base no comportamento geotécnico e ambiental**. Florianópolis, 2006. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estimativas de população para 1º de julho de 2015**. 2018. Disponível em: < https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/estimativa_tcu.shtm>. Acesso em: 15 jun. 2018.
- LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 424 p.
- MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UNB, 2012.
- NOVO, E. M. L. de Moraes. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Bucher, 2008. 363 p.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2010. 388 p.
- PARANHOS FILHO, A. C.; MIOTO, C. L.; MARCATO JUNIOR, J.; CATALANI, T. G. T. **Geotecnologias em aplicações ambientais: material didático**. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2016.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE AMAMBÁI – PMA. 2018. Disponível em: < <http://www.amambai.ms.gov.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2018.
- POLIDORI, M. C. **Crescimento urbano e ambiente: um estudo exploratório sobre as transformações e o futuro da cidade**. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.
- QGIS Development Team. 2016. Disponível em: < http://www.qgis.org/pt_BR/site/index.html>. Acesso em: 10 set. 2016.
- RIGATTI, D. **Loteamentos, expansão e estrutura urbana**. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Urbanismo, 2001.
- SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo**. São Paulo: Hucitec, 1994.
- SILVA, J. C. da. **Monitoramento da expansão urbana no Município de Ribeirão das Neves, MG através do processamento digital de imagens**. Monografia (Especialização em Cartografia). Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia. Belo Horizonte, 2006. 51 p.
- SOARES, F. S.; ALVES, F. Análise multitemporal do desenvolvimento urbano do Distrito Federal. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS. 14. 2006, Caxambu. **Anais...** Caxambu: ENEP, 2006. P. 1 - 15.
- TORRES, D. R. **Análise multitemporal do uso da terra e cobertura florestal com dados dos satélites Landsat e Alos**, 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION – SRTM. Disponível em: <http://srtm.usgs.gov/data/obtainingdata.html>). Acesso em: 8 jul. 2018.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), órbita 225 e ponto 076, Global Land Cover Facility, University of Maryland, College Park, Maryland, 2000.