

O uso do Sensoriamento Remoto para identificar a expansão da urbanização em áreas úmidas. Estudo de caso: área de inundação do Rio Gravataí/RS

Joseli Andrades Maia^{1,2}
Tânia Marques Strohaecker²
Laurindo Antônio Guasselli²

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Caixa Postal: 90040-060 – Porto Alegre - RS, Brasil
joseli.geo@gmail.com

² Instituto de Geociências – IGEO
Caixa Postal 15001 - Campus do Vale Av. Bento Gonçalves, 9500 – Porto Alegre - RS, Brasil
tania.strohaecker@ufrgs.br ; laurindo.guasselli@ufrgs.br

Abstract. This article aims to identify the expansion of urbanization in the Gravataí River flood area, in the perimeter of the municipalities of Porto Alegre, Gravataí, Cachoeirinha and Alvorada. It is worth mentioning the expansion of urbanization over wetlands, based on compositions of satellite images from 1985 and 2007 made in Idrisi and aerial photographs of 1971 made available by the State Foundation for Metropolitan and Regional Planning (Metroplan). During the decades of 1950 and 1960, the process of occupation of the peripheral municipalities to the capital was observed. With the implementation of Law 1,233 / 54 land use in the capital has been strongly valorized, evidencing the search for new places for residence beyond the municipal borders of Porto Alegre, occupying the neighboring municipalities and stimulating real estate speculation in the Metropolitan Region, as well as the fragmentation of land use and the construction of new lots to meet this population. However, this occupation occurred in some cases in areas unsuitable for residences, because they are considered areas of preservation, such as wetlands, which have become impacted environments in metropolitan areas, given the advance of anthropic activities on the natural system, through agriculture, residential occupation, sewage disposal, the construction of hydroelectric plants, highways and dikes, the channeling and exploitation of natural resources.

Palavras-chave: urbanization, remote sensing, wetlands, urbanização, sensoriamento remoto, áreas úmidas.

1. Introdução

O uso do Sensoriamento Remoto permite uma análise ampla do que é o espaço urbano e como este se constitui como fenômeno urbano, além de identificar o seu eixo de expansão e crescimento.

A proposta de aliar essas técnicas ao estudo urbano vem sendo difundida e muito utilizada no planejamento das cidades devido à capacidade de permitir o processamento de diferentes informações geográficas em uma mesma base cartográfica, auxiliando na tomada de decisões.

Assim, o presente artigo busca identificar a expansão da urbanização na área de inundação do Rio Gravataí, no perímetro compreendido pelas divisas dos municípios gaúchos de Porto Alegre, Gravataí, Cachoeirinha e Alvorada. Destaca-se aqui a expansão da urbanização sobre as áreas úmidas, tendo como base composições feitas no *Idrisi* e fotografias aéreas disponibilizadas pela Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional (Metroplan) trabalhadas no software *ArcGIS*, devido ao suporte de suas ferramentas na análise dos dados espaciais e temporais, bem como para fazer o *layout*.

2. Metodologia de Trabalho

A região compreendida para esse estudo está localizada no Estado do Rio Grande do Sul, e tem como objeto central o Rio Gravataí próximo de sua foz no Lago Guaíba, na Região

Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). A área de estudo compreende, além da capital Porto Alegre e Alvorada em sua margem esquerda, os municípios de Cachoeirinha e Gravataí, na margem oposta.

Durante as décadas de 1950 e 1960, foi observado o processo de ocupação dos municípios periféricos à capital. Com a implantação da Lei 1.233/54 (Costa, 2003), que regulamentava os loteamentos urbanos de Porto Alegre, o uso do solo na capital sofreu uma forte valorização, influenciando na instalação de investimentos públicos e privados, observadas através de infraestrutura na capital e dos altos impostos municipais:

A partir da valorização do solo urbano na capital, a procura por novos locais para residência se estendeu para além das fronteiras municipais porto-alegrenses, ocupando então, os municípios limítrofes, estimulando a especulação imobiliária na Região Metropolitana, o parcelamento do uso do solo e a construção de novos loteamentos para atender essa população:

A busca por estes municípios ocorreu principalmente pelo preço da terra, a proximidade com o local de trabalho e a facilidade de deslocamento atribuída à mobilidade urbana, assim como a falta de regulamentação fundiária em determinadas áreas.

Com a crescente ocupação e localização geográfica facilitada, a região é hoje caracterizada por ser conurbada, processo esse iniciado em meados dos anos 1970. Entende-se o conceito de Conurbação como o processo que, segundo Villaça (2001), "ocorre quando uma cidade passa a absorver núcleos urbanos localizados à sua volta" (p. 51).

Segundo Strohaecker (2004), tal processo de Conurbação é característico da continuidade da malha viária urbana, a partir da polarização exercida por Porto Alegre. Segundo a autora:

Polarizadas por uma cidade principal, envolvendo municípios limítrofes. Apresentam população urbana e densidade demográfica significativas, forte articulação econômica, intensos fluxos de relações intermunicipais com deslocamentos diários, complementaridade funcional e população ocupada principalmente nos setores secundário e terciário (p.171).

Além disso, percebeu-se nesse contexto a ação de agentes imobiliários na promoção de novos espaços para residência, especialmente espaços periféricos, que Souza e Müller (2007, p.100) chamam de "frestas das áreas residenciais legalmente constituídas", com o objetivo de absorver a população sem condições de ocupar espaços valorizados na cidade.

Com o objetivo de identificar áreas de expansão residencial sobre Áreas Úmidas nas margens do Rio Gravataí, foi realizado o mapeamento por meio do uso de imagens de satélites e fotografias aéreas entre o período de 1971 a 2016.

Conforme visto, o Sensoriamento Remoto é uma ferramenta importante para o mapeamento e identificação da ocupação urbana. Com o propósito da disciplina voltado para as áreas úmidas, buscou-se aliar as técnicas de apreensão espaço-temporal à temática desejada.

A aplicação do Geoprocessamento em atividades multidisciplinares nos últimos anos, tem-se associado à capacidade de permitir suporte à tomada de decisões, bem como contribuir para o estudo e aperfeiçoamento de estudos de casos diversos. A compatibilização de alternativas viáveis que auxiliem a prática urbana surge como um desafio à prática de coletas de dados e informações orbitais, capazes de permitirem a observação da evolução ocupacional urbana sobre áreas úmidas.

A escolha pelo software *Idrisi Selva* desenvolvido pela *Clark Labs* ocorreu devido a sua aplicabilidade ao estudo das áreas úmidas e ao espaço urbano, dando suporte a partir de suas ferramentas na análise espacial, além de georreferenciar dados orbitais. Para isso, foram utilizadas imagens *Landsat TM (Thematic Mapper) 5*, com suas bandas espectrais 3, 5 e 4 para a composição colorida dos dados nos períodos de 1985 e 2007, órbita 221, ponto 081.

Respectivamente, as datas das imagens são 06 de fevereiro e 01 de outubro, e foram adquiridas no site do Instituto Nacionais de Pesquisas Espaciais (INPE).

A escolha dessas bandas se deu pelo fato de apresentarem uma melhor percepção visual da imagem e dos alvos. A banda 3 do azul é recomendada para a análise da água; a banda 4 do vermelho apresenta um melhor contraste e é usada para a percepção da vegetação, e finalmente, a banda 5 do verde foi utilizada por diferenciar feições do solo, conforme Figura 1:

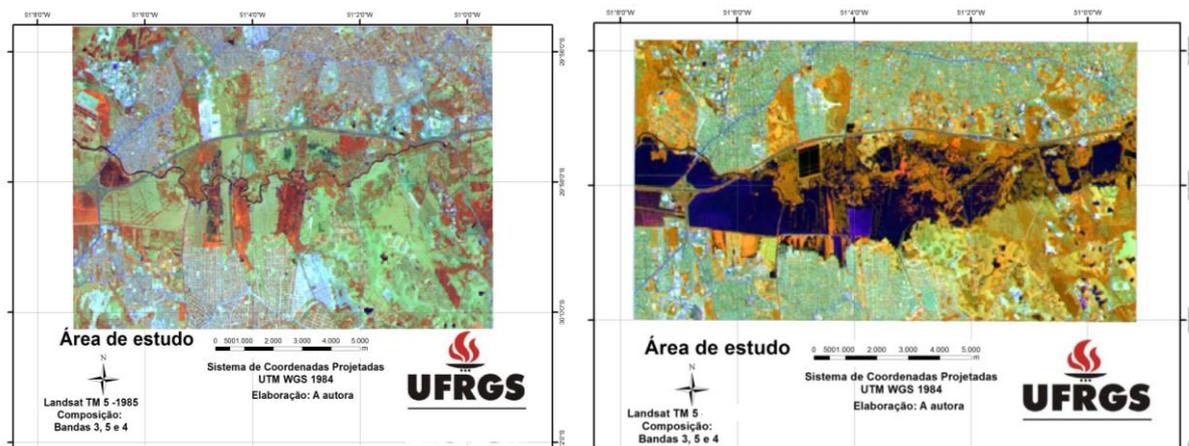


Figura 1: Composição das bandas espectrais 3, 5 e 4. Ano: 1985 e 2007. Fonte: Elaborado pela autora.

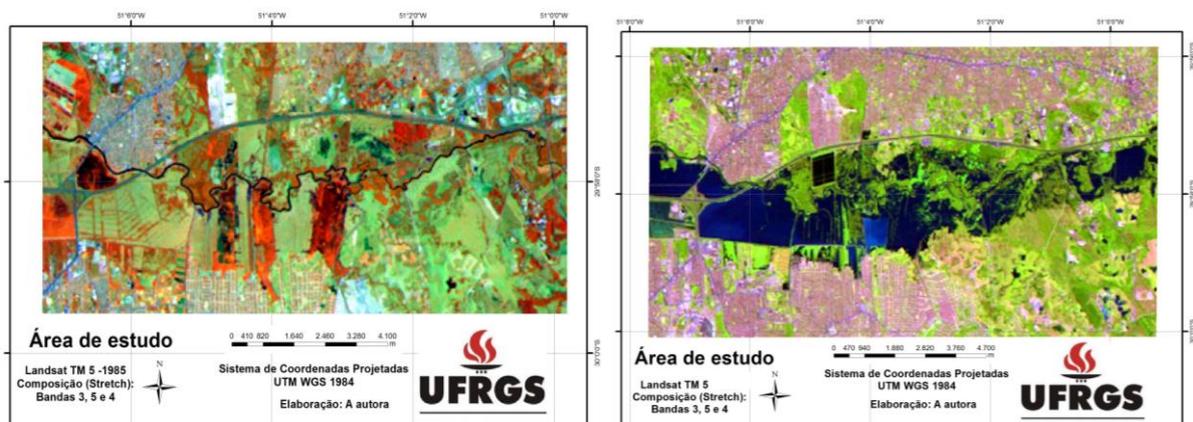


Figura 2: Stretch na composição das bandas espectrais 3, 5 e 4. Ano: 1985 e 2007. Fonte: Elaborado pela autora.

Justifica-se o uso do Stretch na Figura 2 para realçar as cores nas imagens, a fim de identificar melhor os seus elementos. A partir dessas composições, foi possível analisar o avanço da ocupação urbana sobre as áreas úmidas do Rio Gravataí entre o período de 1985 e 2007.

Já a ocupação que corresponde aos municípios de Porto Alegre e Alvorada, mesmo com as intervenções urbanísticas, previstas nos Planos Diretores, não respeitou os limites propostos para zoneamento, proteção e qualificação ambiental, especialmente no município vizinho Alvorada, com a mancha urbana avançando sobre as áreas de proteção..

Na imagem de 1985 observa-se o contorno do rio Gravataí bem delineado, além da agricultura ao seu redor. A mancha urbana nessa data também é perceptível, porém o maior destaque ocorre na imagem posterior de 2007. A mancha urbana aparece com grande contraste, evidenciando o aumento da população na região.

Com o Stretch também foi possível destacar as áreas alagáveis do rio em tom mais escuro. Importante ressaltar que na imagem de 2007 as áreas alagáveis possuíam maior

dimensão proveniente de elevados índices pluviométricos, enquanto que na imagem de 1985 percebe-se a ausência da inundação e, portanto, a presença da agricultura (fevereiro: proximidade com o período da colheita).

Em seguida, foram utilizadas fotografias aéreas cedidas pela Metroplan, com escala de 1:40000 e datadas em 08 de agosto de 1971. A partir do software ArcGIS, este aplicado ao estudo urbano, o mesmo deu suporte com suas ferramentas na análise espaço-temporal e no georreferenciamento dos dados orbitais, de acordo com a Figura 3:



Figura 3: Comparação entre a fotografia área de 1971 e atualmente. Fonte: Metroplan e Google Earth. Elaborado pela autora

3. Resultados e Discussão

Atualmente, a área de estudo concentra um grande adensamento populacional às margens do Rio Gravataí. Com a finalidade de identificar as áreas de expansão residencial sobre áreas úmidas nas margens do Rio Gravataí e posteriormente à aquisição das fotografias aéreas cedidas pela Metroplan, chegou-se ao seguinte mapeamento:

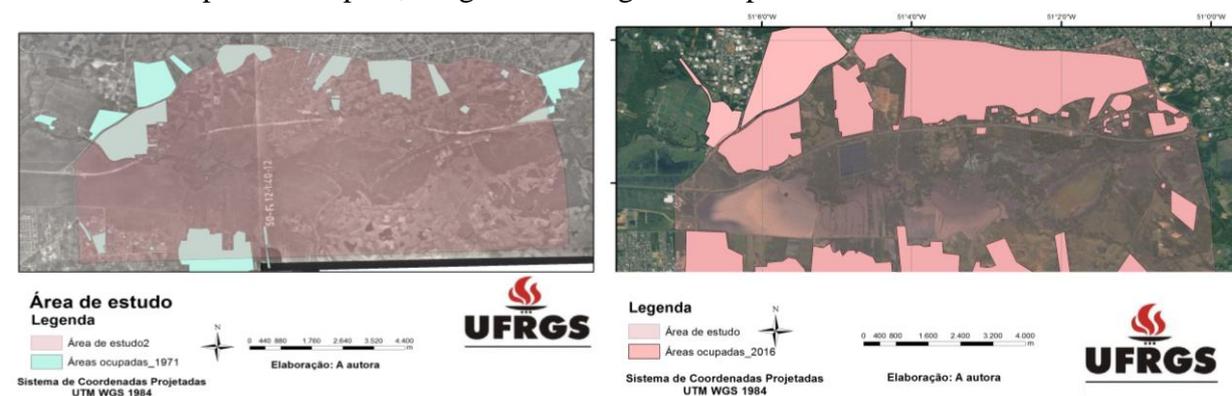


Figura 4: Áreas ocupadas em 1971 e 2016. Fonte: Metroplan. Alterações feitas pela autora.

Na Figura 4, datada de 08 de agosto de 1971, foi realizado o mapeamento das ocupações à época correspondentes à área de interesse. Nota-se a baixa e dispersa ocupação, bem como o início do delineamento da malha viária.

Ao comparar as fotografias aéreas de 1971 e 2016, percebeu-se a acentuada ocupação urbana na região, bem como o avanço populacional sobre as áreas alagáveis do Rio Gravataí em sua margem esquerda, correspondente à Porto Alegre e Alvorada.

Em seguida, foi mapeada na Figura 5 a expansão de empreendimentos residenciais na região, com destaque para o bairro Parque da Matriz, Vale Ville e Vale do Sol, esses últimos

considerados bairros planejados e adequados para a habitação, segundo nota promocional da empresa responsável pelo projeto, a Habitasul.



Figura 5: Localização de empreendimentos imobiliários. Fonte: Metroplan. Elaborado pela autora.

A busca da região para residência é pautada na proximidade com Porto Alegre, fazendo com que os municípios vizinhos recebam investimentos imobiliários com serviços de infraestrutura, em vista ao valor do uso do solo mais baixo e a malha urbana de ligação, bem como na falta de espaços para expansão residencial na capital.



Figura 6: Avanço da urbanização. Fonte: Metroplan. Elaborado pela autora.

A Figura 6 mostrou o avanço da população sobre essas áreas denota à falta de planejamento assegurado na legislação urbana-ambiental característica de áreas metropolitanas. A expansão populacional de baixa renda sem condições de compra de lotes regulares tem como alternativa a ocupação residencial em áreas ao redor do mercado imobiliário regular, sendo, portanto, considerados agentes do mercado urbano, devido à capacidade desses em promover o surgimento de novas áreas para ocupação, através da autoconstrução.



Figura 7: Rua Gáspar Martins, Alvorada. Fonte: Google Street View.

A Figura 7 corresponde à Rua Gáspar Martins, localizada no município de Alvorada e identificada nas fotografias, mostra a realidade na região. Percebe-se a ocupação de uma população de baixo poder aquisitivo, residente de uma via sem pavimentação e coleta de esgotamento sanitário, bem a oferta de serviços públicos. A sua ocupação na fotografia aérea de 1971 é rarefeita, com poucas residências, e recuada, em relação à área alagável do rio Gravataí.

Assim, quando a urbanização se torna um processo excludente, a população sem condições de acesso ao mercado formal de terras se torna uma vítima da irregularidade ou de locais baratos e sem amenidades, ocupando lugares destinados à preservação permanente do ambiente. Ainda no município de Alvorada, a seguir a expansão residencial e imobiliária, a partir da construção de um conjunto habitacional em local que deveria ser preservado.



Figura 8: Avanço da urbanização: construção de conjunto habitacional, Alvorada. Fonte: Metroplan e Google Street View. Elaborado pela autora.

Na outra extremidade da área de estudo, a ocupação à época também era rarefeita e dispersa, conforme Figura 8, localizada próxima à malha viária já estabelecida, o que mostra a dispersão da população para os municípios vizinhos à capital gaúcha, no que viria a se tornar dois anos depois a Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA).

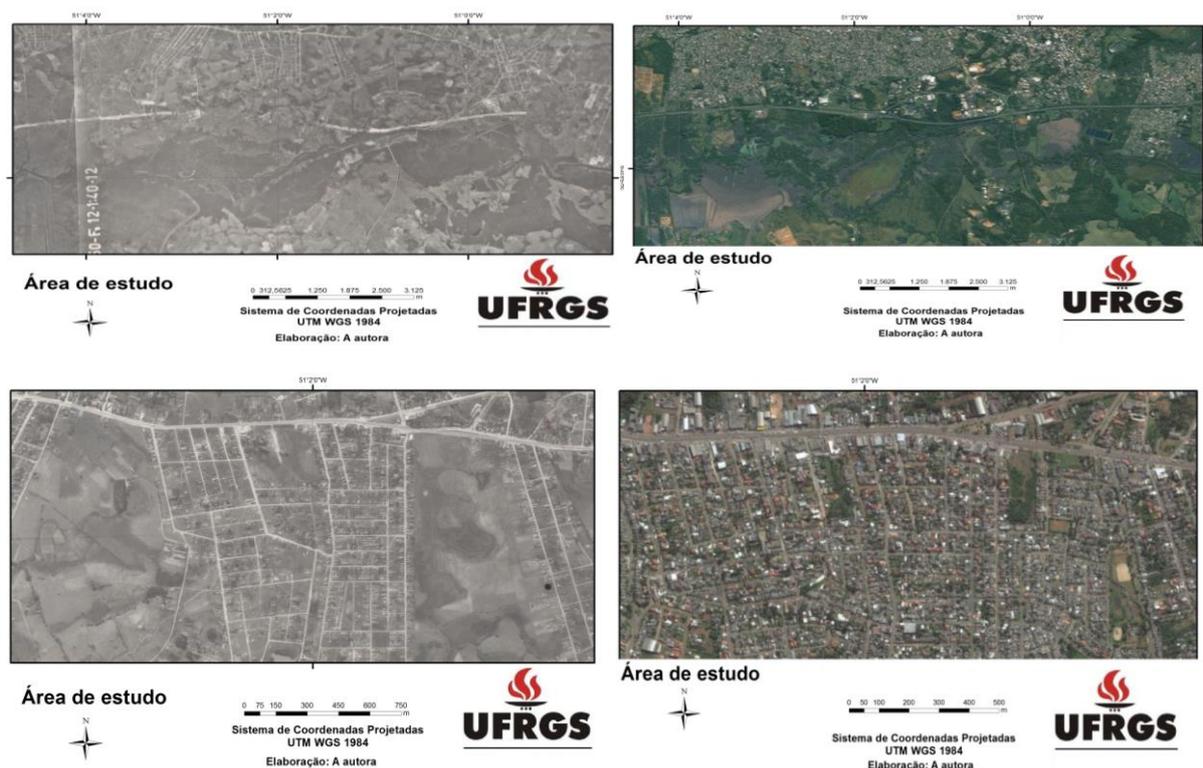


Figura 9: Avanço da urbanização: 1971 e 2016. Fonte: Metroplan e Google Earth. Elaborado pela autora.

De acordo com Scheren (2014), a expansão populacional na região é resultado da influência da capital Porto Alegre. Os municípios adjacentes, localizados em uma área estratégica de localização e de mobilidade, logo atraíram para residência a população com baixo poder aquisitivo, a partir da construção de loteamentos. Em seguida, quando da expansão da industrialização para fora dos limites porto-alegrenses, a oferta de trabalho também se tornou um grande atrativo para a expansão populacional, especialmente em Gravataí e Cachoeirinha, conforme apresentado anteriormente na Figura 9.

4. Conclusões

A partir do objetivo inicial dessa pesquisa de identificar áreas de expansão residencial sobre Áreas Úmidas nas margens do Rio Gravataí, considerou-se que a região, dentro da escala temporal estabelecida, sofreu um aumento de suas áreas residenciais, impulsionando a urbanização e a ocupação em locais inadequados.

A expansão da urbanização na região acompanhou o eixo da BR-290, bem como nos arruamentos paralelos, além de ser observado a ocupação residencial em áreas inadequadas, como é o caso do município de Alvorada. A *Free Way* é considerada uma barreira de contenção para a ocupação e, caso não houvesse a sua construção, conseqüentemente os impactos de grandes índices pluviométricos seriam maiores na margem direita do rio.

Tendo essa barreira, a mancha urbana aí existente ganhou impulso considerável, conforme foi observado na escala temporal entre 1971 e 2016. Em sua margem oposta, a expansão é notável, bem como o aterramento dessas áreas alagáveis para a constituição de um mercado residencial.

Dada a falta de espaços para a construção civil em Porto Alegre, a alternativa encontrada são os espaços ainda disponíveis em administrações municipais periféricas. Portanto, em um futuro não muito distante, essas áreas úmidas podem ceder lugar à urbanização, caso a legislação urbana e ambiental continue sendo desrespeitada.

Também foi observado que, quando a urbanização se torna um processo excludente, a população sem condições de acesso ao mercado formal de terras se torna uma vítima da irregularidade ou de locais baratos e sem amenidades, ocupando lugares destinados à preservação permanente do ambiente.

Na identificação da mancha urbana, tanto o uso das imagens de satélites, quanto das fotografias aéreas são consideradas ferramentas importantes para a otimização de dados espaciais e temporais, enfatizando o uso do Sensoriamento Remoto no estudo do espaço urbano e suas aplicações sobre os fatores ambientais, onde o uso das imagens de satélite favoreceu a percepção das áreas alagáveis, onde a composição das bandas espectrais 3, 5 e 4 foi a usada nesse estudo, dada a percepção de elementos na temática *urbanização e meio ambiente*, enquanto que as fotografias aéreas auxiliaram na identificação da ação antrópica local em espaços até então vazios.

Referências Bibliográficas

- Brasil. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Promulgada em 5 de Outubro de 1988.
- Brasil. Lei 12.651. **Novo Código Florestal**. 25 de maio de 2012.
- Costa, Benhur Pinos da. A complexidade do espaço urbano de Porto Alegre. **Boletim Gaúcho de Geografia/Associação dos Geógrafos Brasileiros - Seção Porto Alegre**, Porto Alegre: AGB, v. 29, n. 1, 2003.
- Cunha, Catia N. da. et al. **Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats**. EdUFMT: Cuiabá. 2015.
- Guerra, A. J. T. e Cunha, S. B. da. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2013.
- Moreira, R. **Para onde vai o Pensamento Geográfico? Por uma Epistemologia Crítica**. São Paulo: Editora Contexto, 2009.
- Nascimento, W. M. do; Villaça, M.G. Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. **Revista Eletrônica da Associação de Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas – MS – Nº 7 – ano 5, Maio de 2008** ISSN 1808-2653. P.102-121.
- Poleto, Cristiano e Gonçalves, Júlio César. **Recursos Hídricos**. Uberaba: Editora da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, 2012.
- Rehbein, Moisés O. **Análise ambiental urbana: Vila Augusta/Viamão/RS**. Dissertação de Mestrado: UFRGS. Instituto de Geociências, Geografia. 2005.
- Scheren, R. S. **Urbanização na Planície de Inundação do Rio Gravataí/RS**. Dissertação de Mestrado: UFRGS. POSGEA. 2014.
- Souza, C. F. de; Müller, D. M. **Porto Alegre e sua evolução urbana**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007.
- Strohaecker, Tânia M. A urbanização no Rio Grande do Sul: uma análise preliminar. In: Roberto Verdum; Luis Alberto Basso; Dirce Maria Antunes Suertegaray. (Org.). **Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. p. 163-179.
- Tucci, C. Águas Urbanas. **Estudos Avançados**. Vol. 22, nº 63, p. 97-112. Maio-Agosto, 2008.
- Villaça, F. **Espaço Intra-Urbano no Brasil**. São Paulo: NOBEL FAPESP, 2001.