

SENSORIAMENTO REMOTO COMO MÉTODO ALTERNATIVO PARA O PLANEJAMENTO DA GESTÃO TERRITORIAL URBANA E AMBIENTAL

Remote Sensing as an Alternative Method for the Planning of Urban and Environmental Territorial Management

Ricardo Freddo

Universidade Federal do Pampa

Rua Joaquim de Sá Britto, s/n – Itaqui-RS / CEP 97650-000
ricardo.freddo@hotmail.com

Raíssa Xararé Kulman

Universidade Federal do Pampa

Av. Tiaraju, 810 – Alegrete-RS / CEP 97546-550
raissakulman@hotmail.com

Letícia Freddo

Universidade Federal da Fronteira Sul

Av. Jacob Reinaldo Haupenthal, 1580 – Cerro Largo-RS / CEP 97900-000
leticia.freddo@hotmail.com

Resumo:

A iniciativa de avançar nos estudos envolvendo a gestão territorial e desvendar seus processos de formação e configuração é de extrema importância para que ocorra um acompanhamento de toda a dinâmica que se encontra envolvida e além de tudo, identificar as ações sociais, detectando qual a participação da sociedade ao longo de todo histórico de implicação científica na abordagem das ciências que subsidiam a análise do território. O uso de geotecnologias vem sendo discutido de forma crescente em pesquisas devido a necessidade de sistemas que colaborem com a gestão territorial e ambiental, pois, tal uso proporciona ao seu usuário rapidez na obtenção de resultados e redução de custos, se comparados aos métodos tradicionais (topográficos e geodésicos). Como ferramenta das geotecnologias tem-se o sensoriamento remoto e os Sistemas de Informações Geográficas, os quais diversos estudos indicam seu elevado potencial quando aliados e aplicados em diversos tipos de gestão. O sensoriamento remoto consiste na obtenção de informações através de sensores ou radares e os Sistemas de Informações Geográficas compreendem a elaboração de um Banco de Dados onde pode ser feita a manipulação das informações. Nesse estudo, faz-se uso de ferramentas de geotecnologias e da grande variedade de imagens de satélite disponíveis de forma gratuita para a análise territorial e ambiental dos municípios de Uruguaiana e São Borja, situados no estado do Rio Grande do Sul. Através da análise de imagens de satélite, se torna possível inferir a variação dos níveis do Rio Uruguai e as parcelas territoriais que são atingidas pela inundação, evento crítico que tem ocorrido com maior frequência nos últimos anos, quando analisado suas séries históricas em tais municípios. As inundações atingem muitos setores censitários gerando transtornos para a população ribeirinha, perdas econômicas e danos ambientais.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; Sistemas de Informações Geográficas; Gestão Territorial e Ambiental.

Abstract

To advance in the studies involving the territorial management and uncover its new processes of formation and configuration is of essential importance for a monitoring of all the dynamics involved and above all, to detect social

actions and their participation throughout the history of scientific implication in the approach of the sciences that subsidize the analysis of the territory. The use of geotechnologies has been increasingly discussed in researches due to the need for systems that collaborate with territorial and environmental management, since such use provides its users with speed in obtaining results and reducing costs when compared to traditional methods (topographic and geodesics). As a geotechnology tool, Geographic Information Systems and remote sensing are used, and several studies indicate their high potential when allied and applied in different types of management. Remote sensing consists of obtaining information through sensors or radars and the Geographic Information Systems comprise the elaboration of a Database where the information can be manipulated. In this study, geotechnology tools and the wide variety of satellite images available free of charge for the territorial and environmental analysis of the municipalities of Uruguaiana and São Borja, located in the state of Rio Grande do Sul, are used. Through the analysis of satellite images, it is possible to infer the variation of the levels of the Uruguay River and the territorial plots that are affected by the flood, a critical event that has occurred more frequently in the last years, when analyzing its historical series in such municipalities. The floods reach many census tracts generating disturbances for the riverside population, economic losses and environmental damages.

Keywords: Remote Sensing; Geographic Information Systems; Management territorial and Environmental.

1. INTRODUÇÃO

Avançar nos estudos envolvendo a gestão territorial e desvendar seus novos processos de formação e configuração é de essencial importância para que ocorra um acompanhamento de toda a dinâmica envolvida e sobre tudo, detectar as ações sociais e qual sua participação da sociedade ao longo de todo histórico de implicação científica na abordagem das ciências que subsidiam a análise do território (ARRUDA, 2013).

Para auxiliar na compreensão da gestão do território a legislação ambiental brasileira apresenta vários institutos que visam a proteção do território, que pode ser avaliado do ponto de vista ambiental. Como evidência disso, é possível encontrar na Constituição Federal o artigo 225 a garantia à todos do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Um importante instrumento de proteção do meio ambiente está disciplinado no artigo 2º do Código Florestal Brasileiro, Lei 4.771/1965, que inclui as Áreas de Preservação Permanente (APP). Essas áreas têm como função a preservação dos recursos hídricos e da biodiversidade (MASCARENHAS *et al.*, 2009).

Frente a essa situação de fiscalização ambiental e monitoramento de áreas que possuem o intuito de ser preservadas e protegidas por leis, o sensoriamento remoto tem se mostrado um instrumento de grande utilidade para o monitoramento dessas grandes áreas, a fim de verificar a observância à legislação ambiental. As imagens geradas por meio de satélites estão cada vez mais populares e podem ser acessadas por milhões de pessoas no mundo todo (FERREIRA *et al.*, 2008).

O sensoriamento remoto é um agregado das atividades de detecção, aquisição, interpretação e extração de imagens através da emissão ou reflexão da energia eletromagnética, fazendo uso de sensores e/ou radares. Esse conjunto de atividades possibilita que, mesmo sem contato direto, se obtenham informações de objetos localizados na superfície terrestre (DI MAIO, 2008). Exemplo do amplo uso do sensoriamento remoto é a abordagem de áreas de risco, sejam questões ambientais, sanitárias, habitacionais, entre outras. Na esfera ambiental, o uso do sensoriamento remoto para estudo e identificação de zonas inundáveis tem se mostrado continuamente eficiente (ANDRADE, 2008).

O sensoriamento remoto gera muitos dados geográficos que alimentam o Banco de Dados (BD) dos SIGs (Sistemas de Informações Geográficas). Segundo Davis & Neto (2001), as principais funcionalidades dos SIGs são a produção de mapas, análise espacial de fenômenos e Banco de Dados geográficos, com o objetivo de auxiliar na tomada de decisão acerca de como gerir o espaço geográfico. Atuam diretamente no tratamento de informações espaciais num determinado Banco de Dados, inserindo, editando, analisando, integrando, visualizando e gerando arquivo de saídas, composto de diversos tipos de informações. Tais sistemas têm sido apontados como instrumentos de integração de dados ambientais e sociais.

As demandas socioeconômica e ambiental estão cada vez maiores na gestão territorial, requerendo uma implementação de sistemas estruturados, possibilitando o uso integrado de sensoriamento remoto e SIGs. Essa integração proporciona não somente a redução de custos se comparado aos métodos fotogramétricos, como também aumenta a rapidez e possui maior periodicidade na obtenção de resultados se comparado à trabalhos de campo. Tal geotecnologia vem colaborando, então, com estudos de fragilidade de meio físico e a dinâmica do solo (JACINTHO, 2003).

Visto isso, o objetivo desse trabalho é realizar uma comparação entre imagens de satélite em períodos de cheia e períodos considerados com nível normal do Rio Uruguai, avaliando a parcela territorial urbana atingida nos municípios de Uruguaiana e São Borja, situados no estado do Rio Grande do Sul – Brasil. Além disso, esse estudo visa divulgar e ampliar o uso de ferramentas de sensoriamento remoto para auxiliar políticas públicas em seus meios de gestão do território, buscando evitar que locais propícios a inundações recebam parcelas populacionais e que as Áreas de Preservação Permanente previstas em lei sejam mantidas.

2.METODOLOGIA

Nesta seção, está contemplada a metodologia para elaboração do trabalho, com identificação de características relevantes com relação ao território e economia dos municípios de Uruguaiana e São Borja que são os objetos desse estudo, situados no estado do Rio Grande do Sul – Brasil. Para manipulação das imagens foram utilizados o *software* QGIS (QGIS, 2017) e o *software* TerrSet(EASTMAN, 2016), tanto para a obtenção e manipulação das imagens para o período de cheias do Rio Uruguai como para os períodos em que o nível do Rio está normal, sem atingir parcelas da população dos municípios.

2.1. Caracterização das áreas de estudo

Para realização do trabalho, foram selecionados os municípios de São Borja e Uruguaiana por possuírem parcela de seus territórios confrontando com o Rio Uruguai. Além disso, ambos os municípios enfrentam problemas decorrentes das inundações ocasionadas pelo rio que historicamente vem ocorrendo com maior frequência.

O município de São Borja, no estado do Rio Grande do Sul, desmembrado do município de Rio Pardo, foi criado em 1887, entre a fronteira do Brasil com a Argentina, na região oeste do estado. A população estimada para o ano de 2017 é 62.808 habitantes, o Produto Interno Bruto (PIB)*per capita* é de R\$25.606,16 em 2015 e área territorial de 3.616,691 km² (IBGE, 2018). A coordenada central aproximada para a região utilizada para o estudo é dada por 28° 38' 16" S e

55° 59' 52'' W, com o rio situando-se a noroeste da malha urbana municipal.

A Figura 1 mostra o mapa de localização do município em relação ao estado do Rio Grande do Sul.



Figura 1 – Mapa de localização do município de São Borja.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

O município de Uruguaiana foi criado em 1814, também situado entre a fronteira do Brasil e Argentina, na região oeste do estado do Rio Grande do Sul. A população estimada para o ano de 2017 é 129.784 habitantes, PIB *per capita* de R\$ 20.245,08 em 2015, e área territorial de 5.703,586 km² (IBGE, 2018). A coordenada central aproximada da região utilizada para o estudo é dada por 29° 46' 10'' S e 57° 03' 49'' W, com o Rio Uruguai situando-se a noroeste da malha urbana municipal, possuindo ramificações do rio principal a norte e a sudoeste.

A Figura 2 apresenta a posição do município de Uruguaiana em relação ao estado do Rio Grande do Sul e seus países vizinhos.



Figura 2 – Mapa de localização do município de Uruguaiana.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

2.2. Obtenção das imagens de sensoriamento remoto

As imagens de satélites de sensoriamento remoto utilizadas para as áreas de estudo foram obtidas na DGP (Divisão de Geração de Imagens) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), disponível em <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>.

Foram selecionadas quatro imagens, sendo duas para o município de São Borja e duas para o município de Uruguaiana, representando períodos com o Rio Uruguai em seu nível normal e em período de cheia. Para Uruguaiana, a imagem para o nível normal é datada de 26 de fevereiro de 2017 e para o período de inundação de 02 de junho de 2017. Para São Borja, a data referente à imagem que representa o rio em nível normal é datada de 02 de janeiro de 2017, enquanto a imagem que demonstra o período de cheia é de 11 de junho de 2017.

Objetivando maior destaque para as regiões que possuem superfícies de água, executou-se o *download* das bandas 6, 5 e 2 (infra-vermelho de ondas curtas 1, infra-vermelho próximo e azul, respectivamente) do satélite Landsat-8, instrumento OLI, com resolução espacial de 30 metros para as bandas utilizadas, com resolução radiométrica de 16 *bits* por *pixel* e resolução temporal de aproximadamente 16 dias. A composição realizada para geração da imagem a ser

analisada é a 652 para o RGB (*Red, Green, Blue*).

2.3. Dados censitários e nível no rio

De acordo com o IBGE, “setor censitário é unidade territorial de coleta das operações censitárias, com limites físicos identificados, em áreas contínuas e respeitando a divisão político-administrativa do Brasil”. Os setores censitários foram obtidos no *site* do IBGE e são referentes ao ano de 2010.

Os dados para os níveis do Rio Uruguai nos municípios de São Borja e Uruguai foram obtidos no *site* do SMAD-RS (Sistema de Monitoramento e Alertas de Desastres – Rio Grande do Sul). O SMAD-RS é um projeto que auxilia a Defesa Civil e órgãos competentes na gestão de eventos de risco por meio do monitoramento e alerta de desastres, além de buscar contribuir com a gestão ambiental dos recursos naturais (SMAD-RS, 2018).

As parcelas territoriais contendo os limites dos setores censitários foram sobrepostos sobre as imagens de satélites utilizando o *software* QGIS e estão representados por linhas vermelhas que apresentam os polígonos.

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da composição gerada no *software* TerrSet, o resultado obtido para o município de São Borja com o rio em nível normal esta representado pela Figura 3.



Figura 3 – Período de nível normal do Rio Uruguai no município de São Borja.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

De acordo com os dados censitários sobrepostos na imagem obtida é possível observar a proximidade da área urbana com o rio. Para a data da imagem, o rio encontra-se com nível de aproximadamente 3,38 metros.

Avaliando a Figura 3, é possível perceber que há população urbana instalada próxima a margem do rio, que seria atingida rapidamente por um período de chuvas mais intensas.

A composição gerada para a imagem que demonstra o período de cheia no município de São Borja está representada pela Figura 4.



Figura 4 – Período de cheia do Rio Uruguai no município de São Borja.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Para a data da imagem, o rio encontra-se com aproximadamente 13,70 metros acima do nível normal. A partir de análise visual na imagem, é possível identificar como uma parcela considerável dos setores censitários são atingidos, principalmente os que se encontram nas margens do rio. Ainda, é necessário levar em consideração a copa das árvores, que acabam encobrindo alguma região que também contenha inundação.

A imagem resultante da composição que recobre parte do município de Uruguaiana pode ser vista na Figura 5.

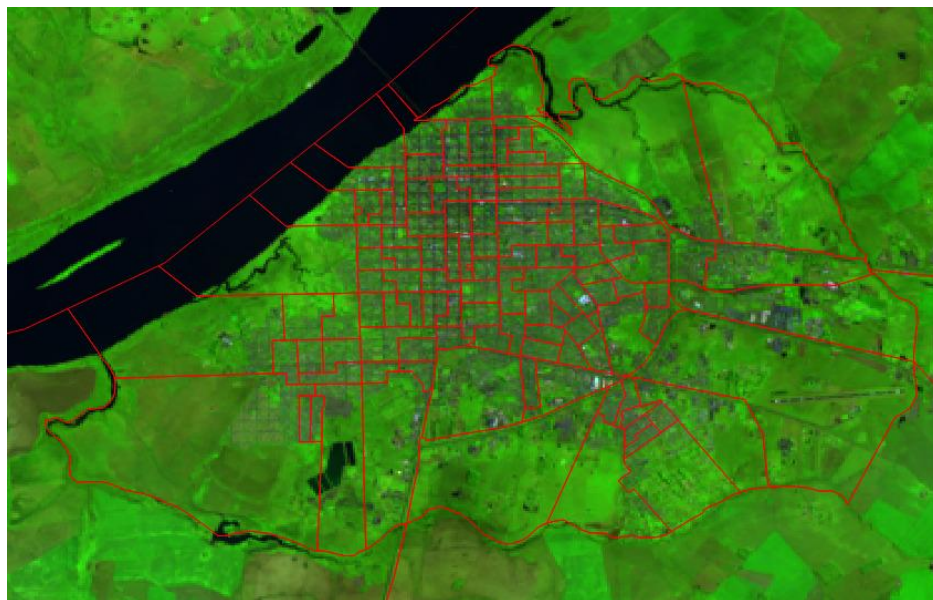


Figura 5 – Período de nível normal do Rio Uruguai no município de Uruguaiana.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Para a data da imagem (Figura 5) o rio encontra-se aproximadamente 4,39 metros acima do nível normal. Podendo ainda, ao observar a Figura 5 identificar a proximidade da estrutura urbana do município com o rio.

Para fins de verificação das áreas atingidas pela inundação, executou-se a composição de imagens representada pela Figura 6.

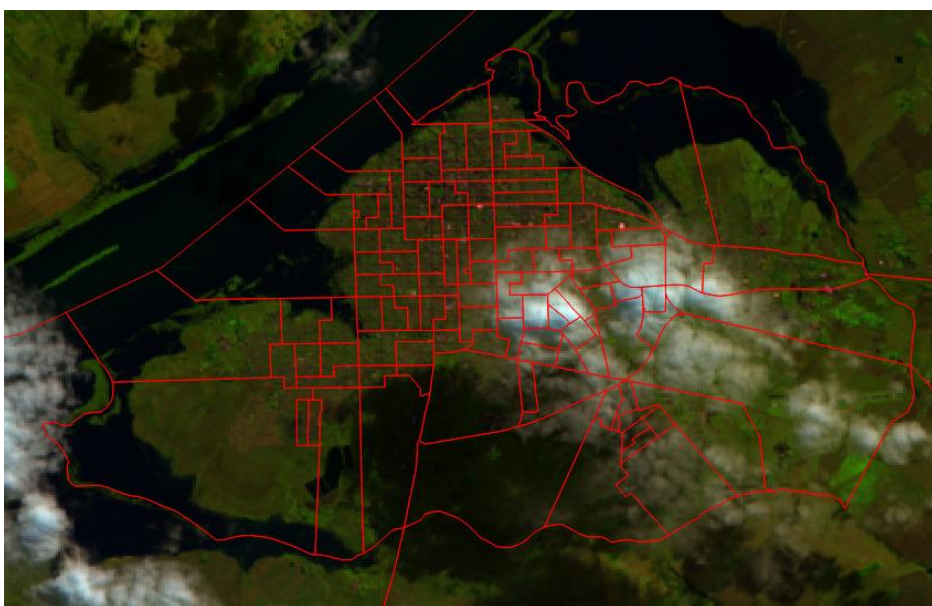


Figura 6 – Período de cheia do Rio Uruguai no município de Uruguaiana.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Com o nível do rio aproximadamente 10,59 metros acima do normal, por meio de análise da imagem da parte urbana do município de Uruguaiana que encontra-se próxima ao Rio Uruguai, é possível identificar as áreas atingidas pela inundação. Desse modo, verifica-se que parte relevante dos setores censitários são atingidos nos eventos de cheias.

Para ambos os casos (São Borja e Uruguaiana) o Rio Uruguai gera transtornos, fazendo com que a população ribeirinha tenha que se retirar de suas residências, causando ainda, transtornos para o município, gerando também perdas econômicas.

Do ponto de vista ambiental, essas inundações são consequência da falta de consciência ambiental da sociedade (tanto a residente nas margens como a que se encontra mais afastada), impermeabilização do solo, baixo índice de arborização e vegetação rasteira nas cidades, rápido crescimento urbano e que se dá de forma desordenada, fazendo com que ocorra ocupação de áreas irregulares que posteriormente se tornam áreas de risco e vulneráveis a estes fenômenos. Mas dentre essas causas, encontram-se principalmente o aumento da impermeabilização do solo, que por sua vez, provém do avanço da pavimentação das estradas e retirada de vegetação para realização de construções no geral, provocando um aumento da velocidade do escoamento superficial, diminuindo seu tempo de concentração e aumentando o pico da vazão.

A permanência da cobertura vegetal nas margens dos rios (vegetação conhecida como matas ciliares) auxiliaria na infiltração da água no solo, o que diminuiria a quantidade de água que adentraria os setores censitários causando danos para a população ribeirinha.

O uso e ocupação do solo nas áreas que formam a várzea do rio são de extrema importância para buscar medidas que amenizem os prejuízos causados pelas inundações nos municípios de São Borja e Uruguaiana. O coeficiente de escoamento superficial, por exemplo, considera fatores físicos como o grau de impermeabilização da região, o tipo de solo e sua ocupação, a intensidade da chuva incidente, entre outros (TUCCI, 2004). Para maior facilidade de uso, este coeficiente foi convencionado de acordo com o tipo de utilização do solo, e quanto menor o coeficiente de escoamento superficial significa que há maior infiltração no solo, resultado desejado para que o rio atinja a população urbana com menor velocidade.

As matas ciliares são consideradas APPs pelo artigo 2º do Código Florestal que consideram área de preservação permanente as florestas edemais formas de vegetação natural, situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água e estabelece larguras mínimas de vegetação proporcional a largura do rio, sendo que a vegetação deve possuir largura mínima: de 30 metros para os cursos d'água com menos de 10 metros de largura; de 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura; de 100 metros para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura; de 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura; e de 500 metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros (MASCARENHAS *et al.*, 2009). Através da utilização de ferramentas de sensoriamento remoto seria possível verificar a largura do rio e também calcular a distância que a população urbana poderia se instalar, sem desprezar a largura de cobertura vegetal prevista por lei.

Então, além das matas ciliares serem protegidas por lei visando a preservação dos recursos hídricos, esta vegetação deve ser mantida para evitar que a água suba seu nível de maneira muito rápida em períodos de chuvas intensas que ocasionam cheias e enchentes.

4.CONCLUSÃO

Tendo em vista o grande número de satélites imageadores, VANTs (Veículo Área Não Tripulado) e aeronaves que são empregados para a captura de imagens da superfície terrestre, buscaram-se utilizar imagens de sensoriamento remoto como método auxiliar para a identificação de áreas de risco para os municípios de São Borja e Uruguaiana, visando gerar informações para contribuir com os órgãos públicos no planejamento da gestão territorial, tanto urbana quanto ambiental.

A partir das composições geradas e dados censitários sobrepostos às imagens, obtiveram-se resultados satisfatórios. Tal técnica possibilitou identificar regiões que sofrem com as inundações do Rio Uruguai. Desse modo, os órgãos públicos responsáveis podem gerir de forma mais correta áreas de ocupação urbana, evitando que a expansão populacional ocupe áreas que irão causar aos municípios perdas econômicas, gerando transtornos para as populações ribeirinhas e causando perdas ambientais significativas na vegetação da margem do rio. Ainda, podem-se aplicar práticas ambientais que visam restaurar a encosta do rio, como por exemplo, um reflorestamento, para ampliar as matas ciliares de maneira a respeitar as larguras propostas em lei no código florestal para que se caracterize uma APP dentro dos padrões legislativos, e também para evitar fenômenos de erosão e assoreamento que podem a longo prazo diminuir o volume do rio.

A aplicação do sensoriamento remoto para gestão do território é uma prática alternativa aos métodos de campo (topográficos e geodésicos) e aos métodos fotogramétricos, podendo observar seu baixo custo quando comparado a estas técnicas. Apesar de a precisão do sensoriamento remoto ser inferior aos métodos convencionais de levantamento, ao se aplicar no monitoramento de inundações e identificação de áreas de risco, seu potencial pode ser observado na contribuição para a gestão territorial.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, A. L. *et al.* **“Introdução à estatística espacial para a saúde pública”**. Brasília: Editora MS: 2007.

ARRUDA, A. G. F. **“Planejamento territorial” e “ordenamento territorial”**: uma busca da compreensão usual e epistemológica na gestão do território. *Akrópolis Umuarama*, v. 21, n. 2, p. 125-132, jul./dez. 2013.

DAVIS, C.; NETO, G. C. **“Arquitetura de sistemas de informação geográfica”**. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: 2001.

DI MAIO, A. *et al.* **“Sensoriamento Remoto”**. In: MORAES, E. C. *Fundamentos do Sensoriamento Remoto*. Niterói. Universidade Federal Fluminense: 2008.

EASTMAN, R. **TerrSet Geospatial Monitoring and Modeling software**. 2016. Worcester: ClarkLabs.

FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. “**Sensoriamento remoto da vegetação: evolução e estado da arte**”. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, vol. 30, núm. 4, 2008, pp. 379-390.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/>> . Acesso em 24 de Junho de 2018.

QGIS Development Team (2017). **QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project**. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>".

MASCARENHAS, L. M. A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L.G. “**Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do rio Araguaia**”. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 21(1): 5-18, ABR. 2009.

SMAD. **Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres**. Disponível em: <<http://www.smad.rs.gov.br/sobreSmad.php>>. Acessado em 12 de Junho de 2018.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora UFRGS: ABRH, 2004.