

Uso de Imagens do sensor ADS-80 para delimitação da área de inundação da orla da cidade de Manaus-AM

Eliana dos Santos Brasil¹
Jorge Alberto Lopes da Costa¹

¹Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM
Centro Regional de Manaus
Avenida do Turismo, 1350 Tarumã Manaus - AM
CEP 69049 - 630- Manaus - AM, Brasil
elyanabrasil@hotmail.com; jorge.costa@sipam.gov.br

Abstract. Remote sensing by aerial photography can be used for various purposes among them to provide useful information about the use and occupation of land. In this context, this study evaluated the potential of images of the ADS-80 sensor for delineation of flood area of the edge of the city of Manaus. Images with spatial resolution of about 40cm in the near infrared region was used. The approach used was to compare results obtained by segmentation and classification of images. For classification method was applied the ISODATA. After application of the two techniques the resulting images were vectorized to purpose of comparison. The results obtained for the delineation of the flooded area were compared in a geographic information system environment through visual interpretation, it was concluded that the best result was obtained by the segmentation technique. The unsupervised classification by ISODATA showed unsatisfactory results. The results presented indicate that is satisfactory the use of high spatial resolution data analyzed in the flood areas mapping and therefore useful for developing proposals that will assist in monitoring and preventing possible damage caused by this type of phenomenon.

Palavras-chave: sensor ADS-80, segmentação, inundação, ADS-80 sensor, segmentation, flood.

1 Introdução

O mapeamento das planícies de inundação de uma cidade é um instrumento essencial para a ordenação do uso e ocupação da terra e o direcionamento das expansões urbanas. Além de facilitar a elaboração do Plano de Defesa Civil que estabelece as ações individuais e corretivas para minimizar perdas durante as inundações (CPRM, 2012), pois, a planície de inundação, segundo (FRANÇA, 2005) é considerada um dos ambientes pouco conhecido e um dos mais afetados pela atividade humana em áreas urbanas.

No Brasil, dentre os tipos de desastres naturais, as inundações são os mais frequentes causando danos de elevada significância para as populações atingidas. Apesar disso, na maioria das cidades atingidas, observam-se poucos investimentos, tanto em medidas estruturais (obras de infraestrutura para amenizar os efeitos das inundações) quanto em medidas não-estruturais (mapeamentos, previsão e planejamento), (OLIVEIRA, 2011).

O geoprocessamento é aceito como sendo uma tecnologia que possui o ferramental necessário para realizar análises espaciais e, portanto, oferece alternativas para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico (SILVA, 1999). Esta tecnologia, quando integrada com dados de Sensoriamento Remoto, auxilia a simulação das áreas sujeitas às inundações e no diagnóstico do padrão de uso do solo. O mapeamento das áreas de inundação utilizando os recursos das geotecnologias em áreas urbanas e em grandes extensões de terra, como em bacias hidrográficas, é realizado em diversas partes do mundo (FLORENZANO *et al.*, 2002).

Portanto, o presente estudo visa avaliar os dados do sensor ADS-80 (*Airborne Digital Sensor*) no mapeamento de áreas de inundação na orla da área urbana da cidade de Manaus, no estado do Amazonas.

2 Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende o entorno da orla da sede do município de Manaus, capital do Amazonas, localizado a 2° 50' - 3° 11' de Latitude Sul e 59° 44' - 61° 11' de Longitude Oeste, com altitude média ao nível do mar de aproximadamente 50 m (Figura 1). O rio Negro transporta pequenas cargas de sedimentos, não sofre grandes mudanças de percurso, por isso possui seu leito estável se comparado com o do rio Solimões. A parte mais profunda está localizada na sua foz, a qual possui profundidade de aproximadamente 100 m com velocidade da corrente de água na altura de Manaus de aproximadamente 1 metro por segundo, o que corresponde a 3,6 quilômetros por hora (ZEIDEMANN, 2001).

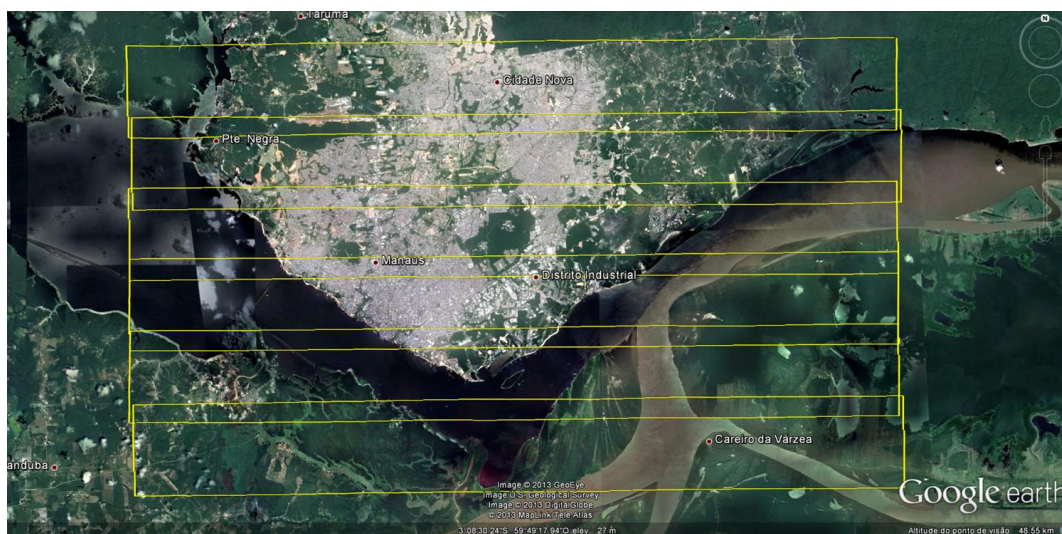


Figura 1: Localização da área de estudo

Conforme o Relatório de Cheia de 2012 produzido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), o fenômeno da cheia do sistema Negro/Solimões/Amazonas, nas proximidades de Manaus, referente ao ano hidrológico 2011/2012, consta que no dia 29/05/2012 o rio Negro alcançou a cota máxima de 29,97 m. Foram 230 dias no processo de enchente, o que equivale a aproximadamente 63,01% do ano civil. A média histórica dos níveis d'água máximos do rio Negro em Manaus (médias das máximas) é 27,83 m, com desvio padrão de 1,14 m. A cheia de 2012 que terminou no dia 29 de maio, com um pico de 29,97 m, apresentou o nível máximo histórico de toda a série, e em menos dias superou em 20 cm a cheia do ano de 2009, considerada até então, a cota máxima do rio Negro verificada na estação fluviométrica do *Roadway* (Porto de Manaus), onde são feitas as observações desde 15/09/1902.

2.2 Imagens do sensor ADS-80

O sensor aerotransportado ADS-80 tem como principal característica a coleta de dados fotogramétricos que geram imagens contínuas ao longo das faixas de vôo. Possui sete sensores lineares multispectrais que possibilitam visadas simultâneas, sendo: a visada 1 com inclinação avante com um sensor pancromático (PB), a visada 2, vertical, com três sensores coloridos (RGB), mais um sensor pancromático (PB) e um sensor infravermelho próximo. A visada 3 tem inclinação à ré com um sensor pancromático (PB) (LEICA, 2010).

De acordo com o plano de imageamento os dados foram coletados com as seguintes especificações:

- ✓ Sentido do vôo: Leste/Oeste
- ✓ Recobrimento Lateral da Faixa: 20%
- ✓ Resolução Espacial: 40 cm

- ✓ Sistema de Coordenadas: Geográfica (WGS-84)
- ✓ Data do Imageamento: 31/05/2012

O plano de coleta dos dados foi no sentido leste/oeste, contendo seis faixas (Figura 1). Cada faixa com o tamanho de aproximadamente 40 km de comprimento e 4,59 km de largura.

2.3 Aplicativos e *Hardware* utilizados

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados os seguintes aplicativos e hardware: Computador com Windows Profissional, 8GB de RAM, 1TB de disco rígido com softwares ENVI e ArcGIS. O aplicativo ENVI foi utilizado no processamento digital das imagens, enquanto que no ArcGIS foram realizados os procedimentos com os dados vetoriais e layout do mapa.

2.4 Procedimentos Metodológicos

Conforme ilustrado, na Figura 2, no fluxograma estão as etapas executadas da metodologia empregada para a análise geográfica e o mapeamento da área de estudo.

Primeiramente as imagens utilizadas foram coletadas e geradas pelo 1^o/6^o Grupo de Aviação do COMGAR (Comando-Geral de Operações Aéreas), que opera o sensor ADS-80, conforme solicitação do CENSIPAM (Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia) através do SIPAM (Centro Regional de Manaus).

Na segunda etapa da pesquisa as imagens foram analisadas, através de interpretação visual, com intuito de checagem dos parâmetros conforme a solicitação do imageamento.

Para a seleção da área a ser mapeada foram selecionadas partes dos seguimentos referente à drenagem, o procedimento foi realizado nos cinco segmentos e compreendeu toda a orla da área urbana da cidade de Manaus, o qual se iniciou a partir do rio Tarumã (á oeste) até o rio Puraquequara (à leste). Após a definição das áreas foi realizado os recortes, Figura 3.

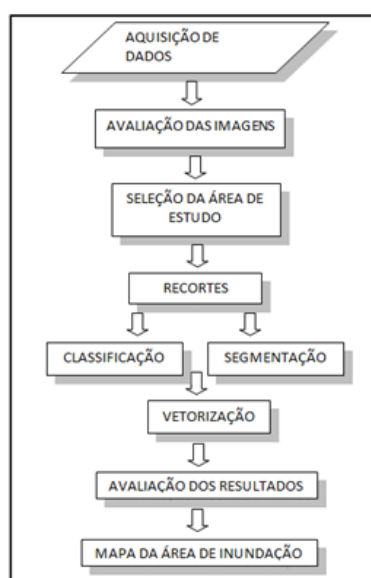


Figura 2: Fluxo metodológico

2.4.1 Segmentação de Imagens

A segmentação é um método de análise de imagens que consiste em subdividir uma imagem, através dos níveis de cinza e da textura, agregando pixels de regiões homogêneas que possam representar formas presentes na cena referente as classes de interesse (Oliveira e Silva, 2005).

O objetivo desta técnica é isolar partes da imagem que são relevantes para aplicação desejada, para isso os algoritmos são baseados em propriedades básicas de valores de cinza, tais como, descontinuidade e similaridade. A descontinuidade tem como referência as mudanças bruscas no níveis de cinza da imagem. A similaridade é baseada no crescimento de regiões, limiarização, divisão e fusão de regiões (GONZALEZ e WOODS, 2000).

Para tal procedimento realizou-se a varredura (leitura do valor do pixel), em toda a área de interesse a fim de coletar informações sobre os valores digitais somente da área alagada presente na imagem, posto que esses valores constituíram a base para a segmentação automática.

2.4.2. Classificação ISODATA

Segundo (JENSEN, 1996) a classificação não-supervisionada utiliza a técnica de agrupamento, que consiste em agruparem os pixels, dividindo os dados da imagem no espaço multiespectral, em um determinado número de classes estipulado pelo usuário. Este tipo de classificação requer que o usuário determine o número de classes e a quantidade de interações necessárias. Para este trabalho foi utilizado o algoritmo de classificação não-supervisionado ISODATA, disponível no software ENVI 5.

A escolha por este tipo classificador se deu pelo fato do estudo requerer somente informação de duas classes distintas, sendo, água e não-água. A primeira corresponde à mancha d'água e a segunda à todos os alvos que não fossem água. A fim de obter o melhor resultado foram realizados diversos testes utilizando diferentes parâmetros para separar as classes investigadas.

3 Resultados e Discussão

Para o mapeamento da área de inundação da orla da cidade de Manaus foi necessário um total de 25 (vinte e cinco) recortes em imagens, os quais foram submetidos aos procedimentos de segmentação e classificação, Figura 3.

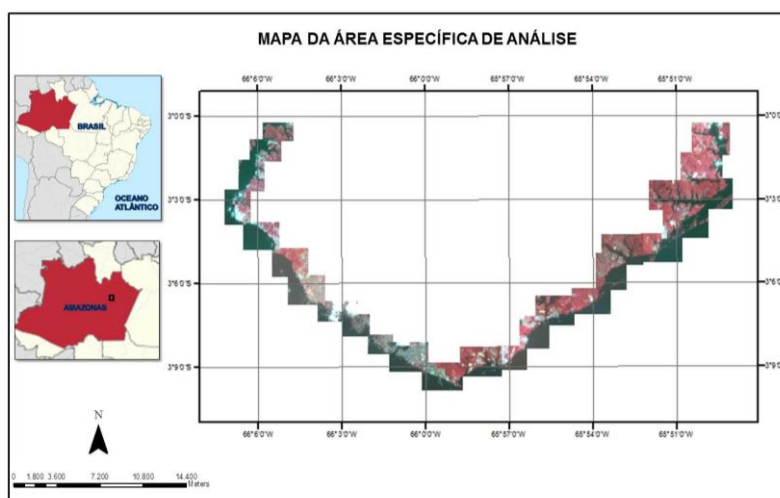


Figura 3: Espacialização dos recortes das imagens referente a orla da cidade de Manaus.

Ao comparar os resultados obtidos entre os dados classificados e os da segmentação observou-se que a segmentação apresentou resultado superior às imagens geradas por

classificação. Conforme ilustra a figura 4, no detalhe a comparação entre as imagens, onde é possível avaliar os resultados a partir da imagem original (a).



Figura 4: Comparação entre as técnicas de classificação (b) e segmentação (c); imagem original (a).

Após a comparação dos processos de segmentação e classificação optou-se em continuar a segmentação em todo o conjunto de dados. Para cada recorte de imagem executou-se a varredura de pixel a fim de detectar a variação dos valores mínimo e máximo de números digitais referente a feição da classe na imagem. Foi estabelecido o intervalo de níveis de cinza variando de 0 a 33. O resultado é uma imagem binária onde o valor 1 (cor branca) na imagem segmentada representa a classe investigada, figura 5.

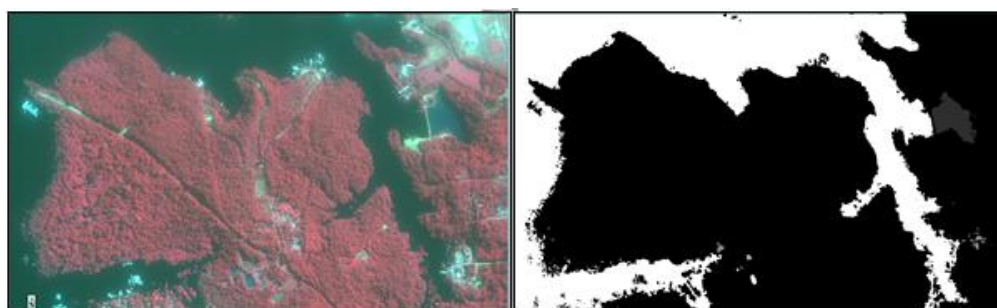


Figura 5: Resultado da segmentação: imagem original (à direita), imagem segmentada (à esquerda).

A vetorização dos dados segmentados possibilitou a definição da área de inundação ao detectar a linha de borda da água em cada um dos recortes avaliados (figura 6).

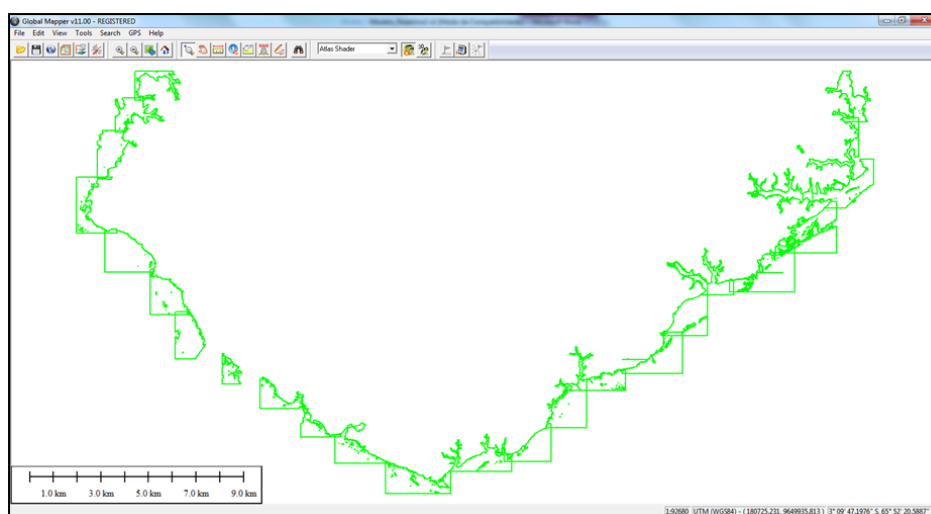


Figura 6: Vetorização gerada a partir de dados da segmentação

Após avaliar os resultados obtidos pelos processos de classificação e segmentação, observou-se que a segmentação apresentou melhor resultado na detecção do contorno da mancha d'água (Figura 4). O método de classificação não supervisionado isodata apresentou resultado insatisfatório, tal fato pode ter ocorrido devido a dificuldade nos ajustes dos parâmetros para uma melhor separabilidade entre as classes, ou pela alta variação dos níveis de cinza em determinadas partes das imagens.

Na figura 7, apresenta-se o mapa final da área de inundação. É visível no mapa a máscara de inundação que percorre a orla da cidade de leste à oeste. Consequentemente pelo fator de expressivo contingente populacional nas proximidades do rio, a porção sul e sudoeste são as áreas em que a população é mais afetada com problemas relacionados a inundação.

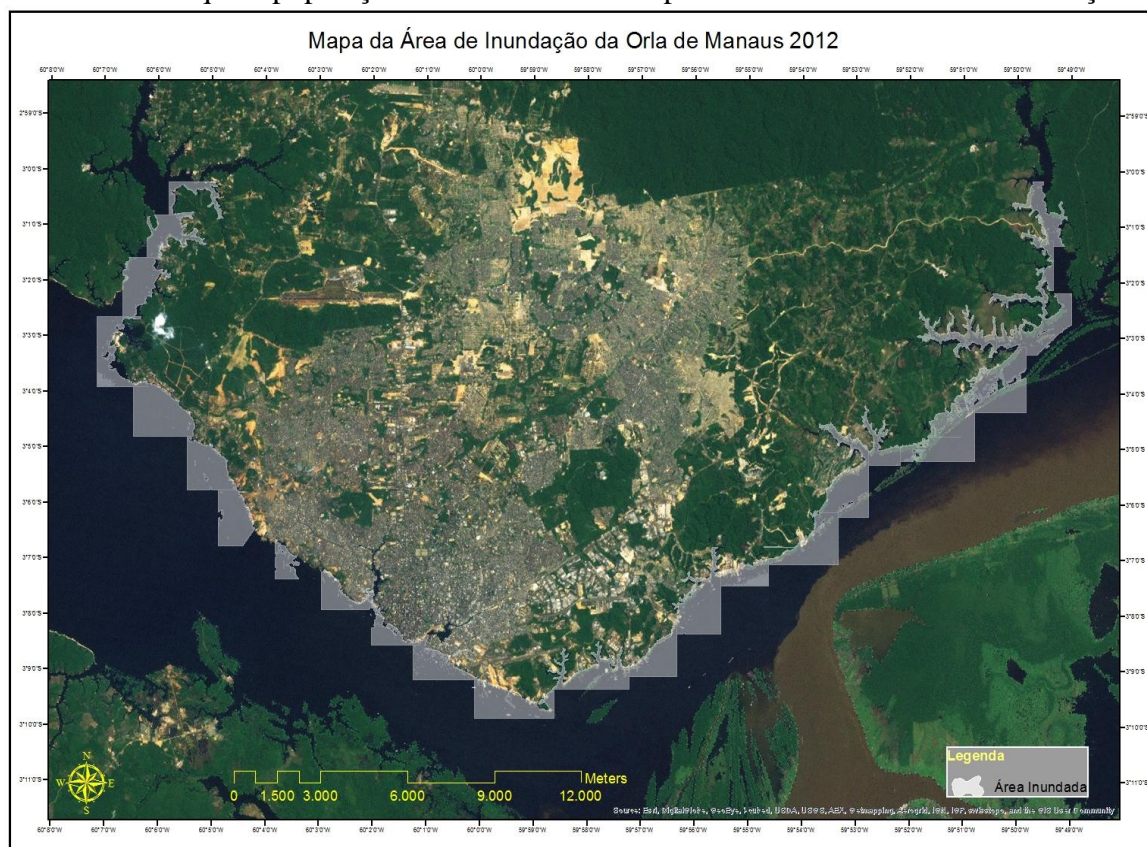


Figura 7: Mapa da área de inundação da orla da cidade de Manaus

4 Conclusões

Os resultados obtidos comprovam a veracidade das imagens do sensor ADS-80, no que diz respeito à estudos envolvendo o mapeamento de áreas de inundação. Porém, é preciso a realização de estudo em campo para fins de aferição dos dados obtidos.

As imagens de alta resolução espacial, por possuírem informações muito detalhadas, exigem que os processos sejam realizados em nível computacional compatível.

Os recortes das feições correspondentes à orla da cidade foram a base para os procedimentos posteriores de segmentação, classificação e vetorização. E pelo tamanho dos arquivos gerados dinamizou em grande escala a manipulação do *software*, uma vez que a mesma é influenciada pela capacidade do ambiente computacional.

Com relação às técnicas de processamento, a segmentação demonstrou resultados mais significativos que a classificação automática não-supervisionada, portanto, a escolha pela continuidade do processo pela segmentação foi fundamental à pesquisa.

Apesar de resultados satisfatórios, não foi possível a extração de informações precisas em todos os vinte e cinco polígonos devido a presença de nuvens cobrindo grandes

áreas; Outro fator, seria a contaminação dos pixels como consequência do espalhamento da energia eletromagnética por determinados tipos de materiais presentes no telhados das casas, como: zinco, alumínio, etc.

Como as informações obtidas nesta pesquisa estão relacionadas somente a à orla, faz-se necessário o estudo das áreas das microbacias hidrológicas que adentram a cidade, como o Igarapé do Quarenta nos bairros Educandos e São Raimundo. Pois, estas áreas são afetadas também no período de inundação.

Por fim, o resultado apresentado demonstra que é satisfatório o uso do dados analisados no monitoramento de área de inundação e conseqüentemente úteis na elaboração de proposta que venham auxiliar na prevenção de possíveis danos causados por esse fenômeno.

5. Agradecimentos

Ao Centro Regional de Manaus do Sistema de Proteção da Amazônia, pela disponibilização de toda a infraestrutura necessária para concretização deste trabalho.

6 Referências

Brito, Jorge Luís N. S.; FILHO, Luiz Carlos T. C. **Fotogrametria digital**. Rio de - Janeiro: EdUERJ, 2007.

Castro, A. L. C. Manual de Desastres: desastres naturais. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. 174 p.

CPRM. **Relatório Final da Cheia do Rio Negro de 2012**. CPRM- DHT, Manaus – Amazonas, 2012.

Enomoto, C. F. **Método para elaboração de mapas de inundação: estudo de caso na bacia do rio Palmital, Paraná. 2004**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

Florenzano, Tereza Gallotti. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. – São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

França, Andreia Maria da Silva. **Aplicação de sensoriamento remoto no estudo da influência da dinâmica sazonal do Rio Amazonas sobre a morfologia dos sistemas lacustres**. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. INPE - São José dos Campos, 2005.

Gonzalez, R. C.; Woods, R. E. **Processamento de imagens digitais**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2000.

Jensen, J. R., 1996. *Introductory Digital Image Processing-A Remote Sensing Perspective*. Prentice Hall, Inc., New Jersey, pp. 197-256.

Leica, Geosystems. **ADS80-Airborne Digital Sensor**. Disponível em <www.leica-geosystems.com>. Acessado em junho de 2013.

Meneses, Paulo Roberto; Almeida, Tati de. *et al.* **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília, 2012.

Nascimento, Heloísa Rodrigues; Abreu, Yolanda Vieira de. **Geotecnologias e o planejamento da agricultura de energia**. Málaga, Espanha: Eumed.Net, Universidad de Málaga, 2012.

Novo, E.L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2º edição – São Paulo: Edgard Blucher, 1992.

Oliveira, J.C. e Silva, J.M.F. Influência da segmentação no processo de classificação por região. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, 2005. **Anais**.Goiânia, GO, 2005.

Oliveira, J. C. **Índice para avaliação de segmentação (IAVAS): uma aplicação em agricultura**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) INPE- São José dos Campos, 2002.

Oliveira, Guilherme Garcia de. *et al.* **Modelos para a espacialização e previsão de áreas inundáveis na zona urbana de São Sebastião do Caí, RS, Brasil**. Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

Sausen, Tania M.; Narvaes, Igor da S. **Desastres Naturais e geotecnologias: inundação**. Geodesastres-Sul. INPE: 2013.

Silva, Ardemírio de Barros. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas: Unicamp, 236 p., (Coleção Livro-Texto), 1999.

Zeidemann, Vivian Karina *et al.* **Florestas do Rio Negro**. Companhia das Letras - Universidade Paulista, 2001.