

Uso de imagens R99B/SAR para delimitação de área de inundação no município de Manaus-AM

Samuel Costa de Souza^{1,2}
Jorge Alberto Lopes da Costa¹

¹ Centro Regional de Manaus do Sistema de Proteção da Amazônia
Av. do Turismo, N. 1350, Tarumã, CEP. 69049-630 - Manaus - AM, Brasil
samuel.souza@sipam.gov.br
jorge.costa@sipam.gov.br

² Centro Universitário do Norte - UNINORTE
Rua Dez de Julho, N. 873 – Centro, CEP 69010-060 Manaus - AM, Brasil
samueltapaua@hotmail.com

Abstract. Radar sensing images can be used for various purposes including to provide useful information about the land cover. In this context, this study evaluated the potential of synthetic aperture radar data for delimitation of flooded area in the Manaus region. The images used came from airborne sensor R99B/SAR (L band), with 3 meters spatial resolution. There have been cases of segmentation and classification in the radar image with no filter and filter Frost 3x3. The results obtained were compared in geographic information system (GIS) environment, where through vector overlay technique and visual interpretation significant result has been reached. In total 10 images were worked, the whole being of 5 images filtered and 5 unfiltered. On the comparison and evaluation of the results obtained, it was concluded that the classification as well as generate the best vector data (LHV polarization, filtered image) of the flooded region, an it's took less processing time than segmentation. The dataset that best results are produced came from cross-polarizations (LHV and LVH). However the polarizations LVV, LHH and XHH showed significant amounts of "noise", making it difficult to visualization and interpretation the boundary edge line of targets.

Palavras-chave: Remote Sensing, Mapping, Flood área, Sensoriamento Remoto, Mapeamento, áreas de inundação, RADAR,SAR, R-99B.

1. Introdução

O mapeamento das planícies de inundação de uma cidade é um instrumento essencial para a ordenação do uso e ocupação do solo e o direcionamento das expansões urbanas. A obtenção destas informações facilita na elaboração do Plano de Defesa Civil que estabelece as ações individuais e corretivas para minimizar perdas durante as enchentes (CPRM, 2004).

Diante disto, 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, integrada com dados de Sensoriamento Remoto, auxilia no mapeamento de áreas inundadas e simulação das áreas sujeitas às inundações e no diagnóstico do padrão de uso do solo.

Com base nestas informações o presente estudo visa avaliar o potencial do sensor de radar de abertura sintética (SAR) no processo de mapeamento de áreas de inundação a partir da interpretação dos dados de alta resolução do sensor R99B, pertencente ao Sistema de Proteção da Amazônia, coletados no ano de 2009 sobre rio negro numa faixa de 10 km de área imageada.

De acordo com o relatório final elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), o ápice da cheia na região do município de Manaus foi alcançado no dia 01/07/2009, e até o ano de 2012 a cota máxima histórica registrada no período de 107 anos de monitoramento, atingiu 29,77 m, apenas 20 cm a menos que a cheia do ano 2012 (29,97m).

O processo de enchente foi de 244 dias, o que equivale a aproximadamente 67% do ano civil. Foi uma cheia recorde naquele momento, tendo causado inúmeros prejuízos de ordem econômica, sociais e ambientais à população da cidade de Manaus. Esta pesquisa tem como objetivo geral: avaliar o potencial das imagens R99B-SAR no mapeamento de manchas de inundação. E os específicos são: avaliar os dados polarimétricos do sensor R99B/SAR; e determinar através de Segmentação/Classificação o limite da área de inundação referente à área de estudo.

2. Materiais e Métodos

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, margem esquerda do Rio Negro, a altitude média da cidade em relação ao nível do mar é de aproximadamente 50 m, com poucas variações (figura 1). A escolha da área de estudo está relacionada ao fato da disponibilização de imagens de radar para avaliar e analisar as proporções da cheia do rio negro acontecida no ano de 2009.

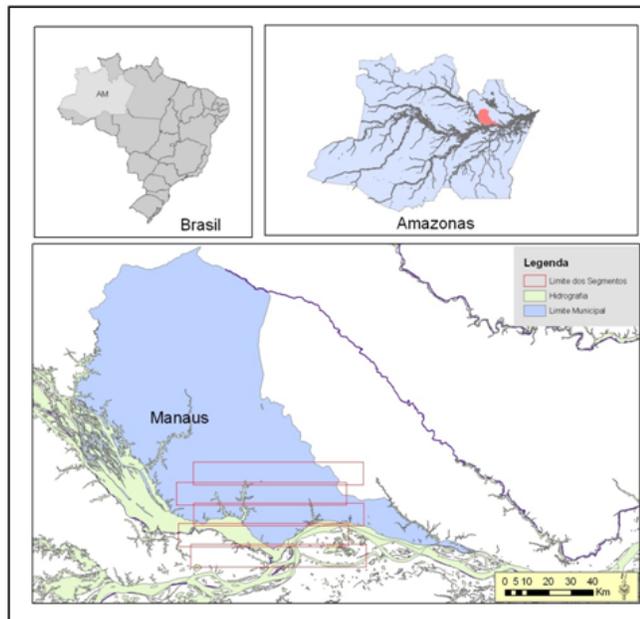


Figura 1: Localização da área de estudo.

2.1 Imagens do R99B/SAR

As imagens utilizadas no presente estudo são do imageador SAR-R99B, com modo de imageamento programado para coleta de dados em banda L (1,28GHz) + X (9,3 GHz) com cinco (5) polarizações distintas sendo: Banda L (HH, HV, VH e VV) e Banda X (HH), com resolução espacial de 3, 6 e 18 metros. O subsistema da Banda L tem a capacidade de transmitir e receber tanto na polarização vertical quanto na horizontal. O subsistema da Banda X só transmite e recebe na polarização horizontal (ANDRADE, 2005). O radar R99B são sensores aerotransportados em aeronaves pertencentes Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) figura 2.

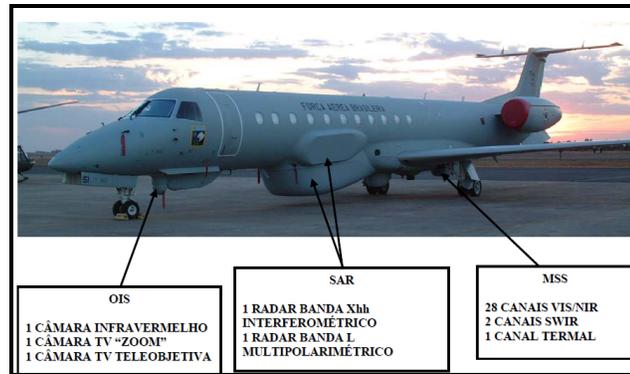


Figura 2: Localização dos sensores na aeronave de Sensoriamento Remoto – R99B.

Fonte: ANDRADE 2005.

2.2 Metodologia

A metodologia aplicada nesta pesquisa consistiu de procedimentos de processamentos digitais de imagens com a finalidade de garantir os objetivos propostos inerentes ao estudo.

A primeira etapa consistiu da aquisição dos dados do sensor R99B/SAR. No total foram utilizados 5 seguimentos das bandas L e X, sendo: 4 polarizações na banda L (HH – HV – VH e HH) e uma polarização na banda X (HH). As imagens foram adquiridas junto ao banco de imagens do SIPAM no centro regional de Manaus, com data de imageamento em 20 de Maio de 2009 e resolução espacial de 3 metros com uma faixa de 10 km de imageamento.

Depois da aquisição dos dados, os mesmos foram avaliados visualmente para verificar as condições de uso para aplicação no projeto, após esta etapa, foi necessário realizar o recorte das imagens com base em um retângulo envolvente definido para delimitar a área de estudo. O passo seguinte foi a construção de mosaicos, nesta etapa o procedimento executado foi de agrupar os seguimentos correspondentes a cada polarização utilizada.

Com o intuito de avaliar a eficiência do uso de imagens filtradas durante a fase do processamento digital dos dados através de segmentação, optou-se pela aplicação do filtro de *Frost 3X3 pixel*. O uso de filtro em imagens de radar tem como propósito minimizar os efeitos de ruídos (QUARTAROLI, 2005).

A abordagem de segmentação empregada nesta pesquisa foi a de detecção de borda, a qual possui como característica a detecção de variação brusca entre níveis de cinza em pixels vizinhos (NEVES, 2003). Como o intuito nesta pesquisa é separar as áreas homogêneas, neste caso as áreas inundadas, as quais apresentam baixa variação entre os valores dos números digitais nas imagens trabalhadas.

O método de classificação utilizado para a extração das informações foi o de classificação não-supervisionada (Isodata). A escolha por este tipo de classificação se deu pelo fato do estudo requerer somente duas classes distintas, sendo: uma classe denominada de “água” e outra de “não água”.

Para a extração dos limites referente às áreas inundadas, as imagens segmentadas e classificadas foram submetidas ao processo automático de vetorização. Os resultados do processamento em vetores foram avaliados entre si, por meio de método visual comparativo, onde os dados vetoriais referentes a cada polarização escolhida foram sobrepostos em ambiente de sistema de informação geográfica (SIG) no software ArcGis 9.3.

3. Resultados e Discussão

3.1 Mosaicos, Recortes e Filtragem.

Nesta etapa foram gerados cinco mosaicos de imagens referentes às polarizações LHH, LVV, LHV, LVH da banda L e XHH da banda X totalizando 4 mosaicos da banda L e 1 mosaico da banda X. Devido a desconformidade nas bordas dos seguimentos tanto para leste quanto para oeste das imagens, foi feito o recorte da área de estudo (região de interesse) em cada uma das polarizações dos 5 mosaicos gerados, figura 3. Posteriormente os mosaicos foram submetidos ao processo de filtragem onde se aplicou o filtro de *Frost* com janela de 3x3 pixel, conforme ilustrado na figura 3.

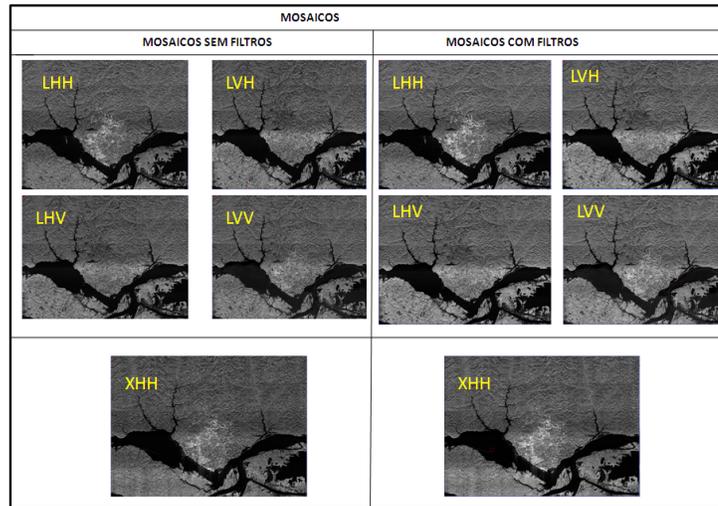


Figura 3: Representação dos mosaicos sem filtros e com aplicação de filtro nas bandas L e X com todas as suas polarizações.

3.2 Segmentação

Ao término do processo de segmentação e avaliação visual dos resultados obtidos, foi possível observar que as polarizações LHH, LVV e XHH apresentaram imagens com “ruídos” significativos, e que ocasionou a não utilização dessas imagens no procedimento de classificação. Portanto, os melhores resultados da segmentação com base na análise visual realizada foram obtidos com as polarizações cruzadas LHV (filtrada) e LVH (filtrada), com parâmetros de limiar de segmentação entre 0 a 15 e 2 a 14 respectivamente. (figura 4).

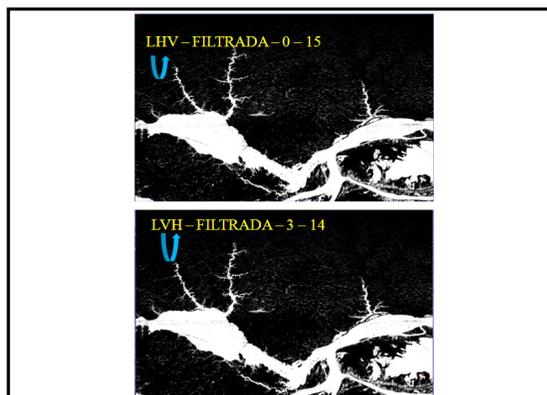


Figura 4: Os resultados do processo de segmentação das imagens filtradas. Na parte superior a polarização LHV e na parte inferior a polarização LVH.

3.3 Classificação

As imagens resultantes da aplicação do classificador ISODATA apresentaram resultados significativos. Em relação à separação entre as classes definidas, foi possível

observar que na porção leste da área da imagem (elipse, Figura 5) ocorreu uma discreta confusão entre as classes. Este resultado reflete o fato de que na região dos lagos de várzeas existe uma variação dos níveis de cinza diferente daqueles encontrado no canal principal dos rios. Os quais dificultaram o reconhecimento através da classificação.

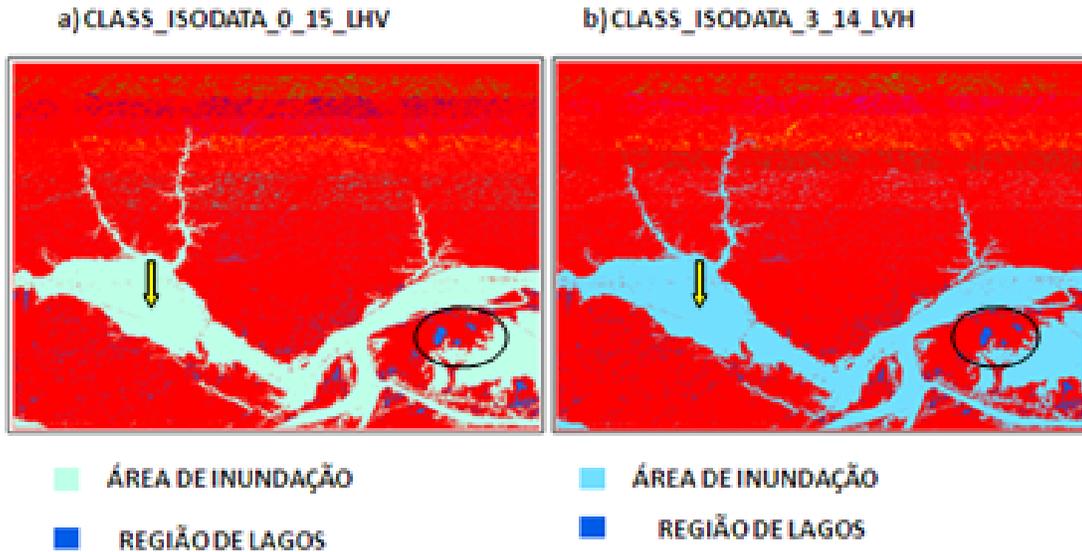


Figura 5: resultados da classificação. a) a esquerda imagem classificada LHV e a direita imagem classificada LVH . Em destaque as regiões de lagos de várzea.

3.4 Extração do Limite da Área de Inundação (Vetorização)

O resultado deste procedimento aconteceu de forma automática, onde as imagens resultantes da classificação e segmentação foram transformadas em dados vetoriais (figura 6), em forma de polígonos e linhas. Com os dados vetoriais foi possível extrair a informação referente às áreas de inundação detectadas. Os quais dois destes foram extraídos da imagem segmentada das polarizações LVH e LHV, e dois foram extraídos da imagem classificada das mesmas polarizações (LVH e LHV).

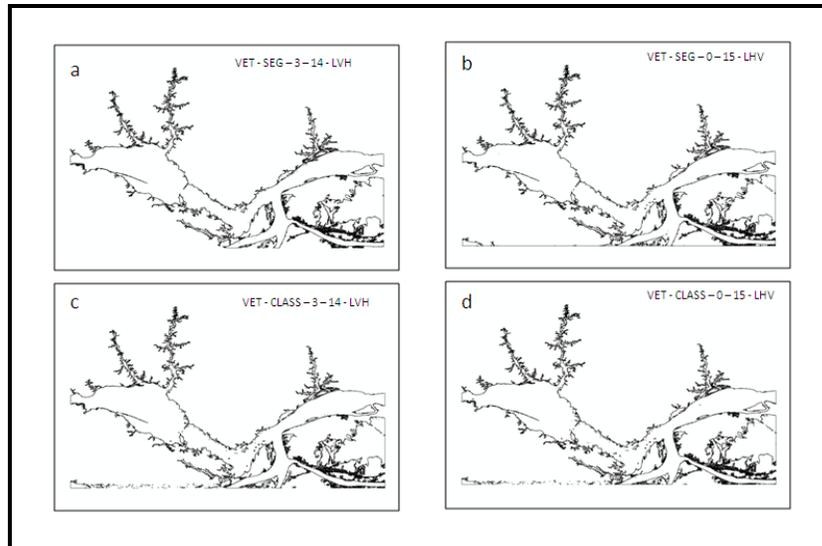


Figura 6: Resultados da Vetorização da região inundada. a) vetor da segmentação LVH. b) vetor da segmentação LHV. c) vetor da classificação LVH. d) vetor da classificação LHV.

3.5 Comparação dos Resultados (avaliação dos resultados)

Os dados vetoriais da segmentação e posteriormente o da classificação das duas polarizações, LHV e LVH foram sobrepostos e visualizados em ambiente SIG para fins de avaliação através de método visual comparativo (Figura 7a e 7b).

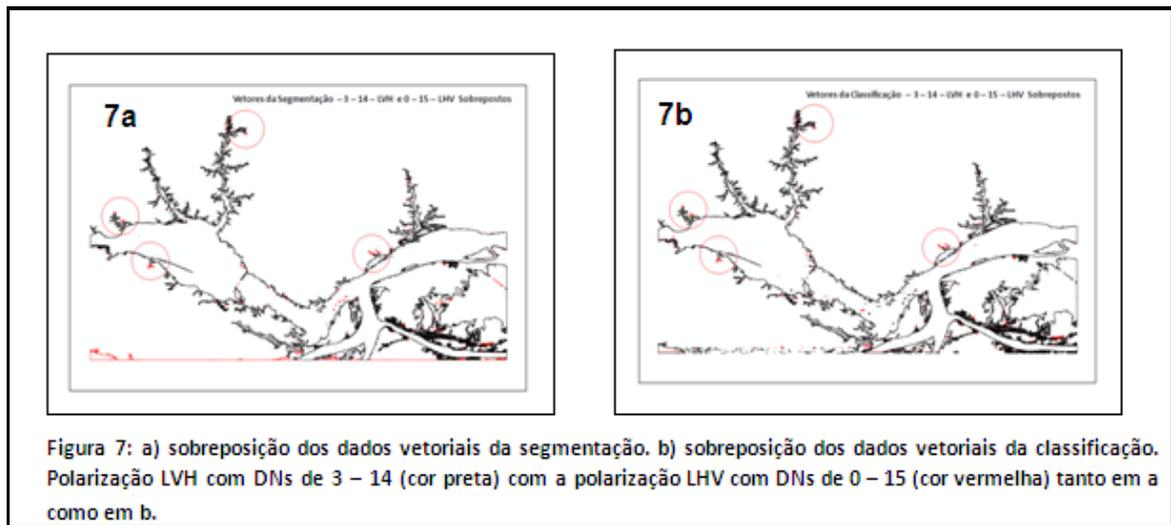


Figura 7: a) sobreposição dos dados vetoriais da segmentação. b) sobreposição dos dados vetoriais da classificação. Polarização LVH com DNs de 3 – 14 (cor preta) com a polarização LHV com DNs de 0 – 15 (cor vermelha) tanto em a como em b.

Com os vetores sobrepostos foi possível avaliar que as informações obtidas apresentaram pequenas diferenças entre si. Conforme os pontos destacados, círculo vermelho, percebe-se que nessas áreas o nível de detalhamento foi melhor apresentado quando se utilizou o resultado dos dados da polarização LHV. Tanto na imagem segmentada quanto na classificada.

Porém, quando executada a sobreposição dos dados vetoriais gerados pelos métodos de classificação e segmentação da polarização LHV sobre a imagem da referida polarização, comparação VETOR x IMAGEM, foi possível averiguar que o resultado que apresentou maior conformidade com a imagem foram os dados obtidos a partir do método da classificação ISODATA (Figura 8).

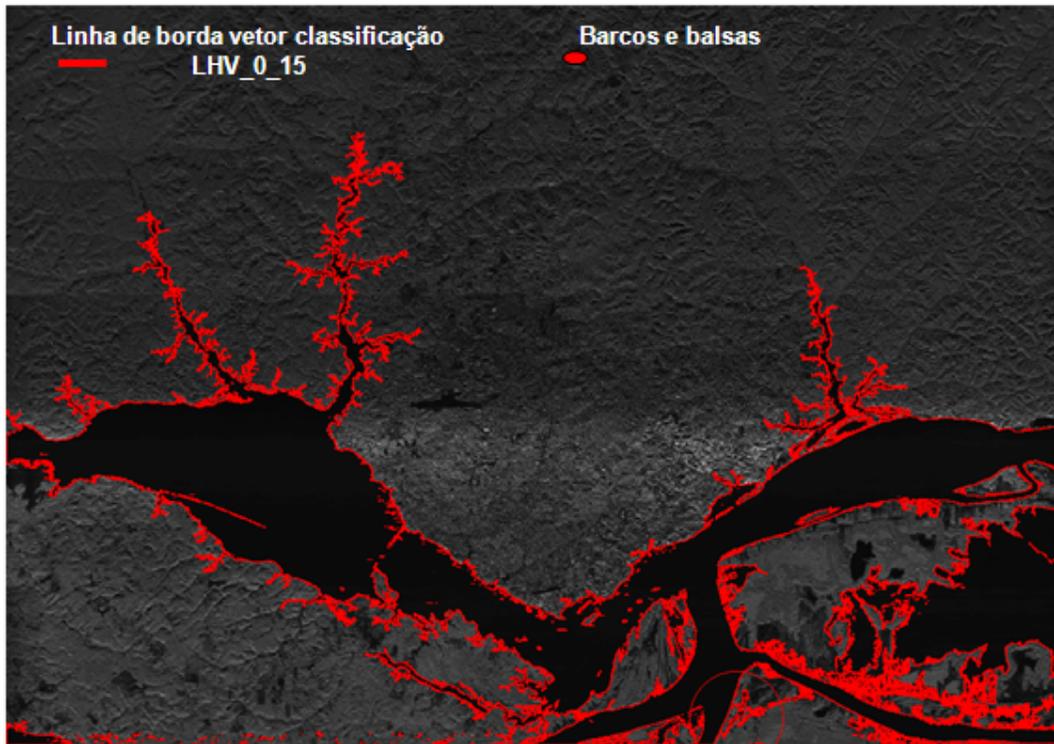


Figura 8: Sobreposição e Comparação Vetor-class. X imagem. Polarização LHV com filtro de *frost*.

Diante da análise realizada, o melhor resultado obtido ficou por conta das informações geradas a partir da polarização LHV, imagem filtrada com filtro de *Frost* 3x3 e classificada com o método ISODATA.

4. Conclusões

Diante dos resultados alcançados no decorrer do desenvolvimento do Projeto cujo objetivo traçado para o mesmo era: (1) avaliar o potencial das imagens R99B-SAR no mapeamento de manchas de inundação; (2) Avaliar os dados polarimétricos do sensor R99B/SAR e (3) Determinar através de Segmentação/Classificação o limite da área de inundação referente à área de estudo, constatou-se as seguintes conclusões:

- As imagens R99B/SAR mostraram-se muito adequadas para apoiar o mapeamento de áreas de inundação;
- O melhor resultado foi gerado a partir da polarização LHV, imagem filtrada com filtro de *Frost* 3x3 e classificação ISODATA.
- O conjunto de dados polarimétricos que apresentaram os melhores resultados no processo de segmentação e classificação das imagens utilizadas no estudo foram às polarizações cruzadas LHV e LVH;
- O tempo de processamento das imagens no processo de classificação foi menor do que o tempo gasto durante a segmentação;
- Nem todas as polarizações do Sensor R99B-SAR utilizadas no estudo se mostraram com qualidades suficientes para delimitação da mancha de inundação;
- As imagens segmentadas sem a aplicação de filtro produziram resultados menos significativos do que as com filtro de *Frost*;
- As polarizações LHH, XHH e LVV, apresentaram ruídos significativos, esta última produziu o pior resultado dentre todas as imagens segmentadas com a aplicação de filtro, que dificultaram a identificação da linha de borda entre as classes.

Agradecimentos.

A Deus. Ao SIPAM e FAPEAM pela oportunidade, ao meu orientador Jorge Alberto Lopes da Costa, por tudo que me ensinou de necessário em uma pesquisa científica, a Dra. Solange Costa, pelo apoio e incentivos. Ao curso de Geografia do Centro Universitário do Norte pelos ensinamentos que me passaram e que me fizeram chegar até aqui. Enfim, a todos os familiares, principalmente a minha mãe que rezou bastante por mim, meu irmão Francisco Junior que me ajudou na parte burocrática no início do Projeto, e a todos que de alguma maneira ajudaram para desenvolver este Projeto.

Referências Bibliográficas

- ANDRADE, N. S. O. **O Novo Sistema SAR Multipolarimétrico Aerotransportado Brasileiro**. Brasília – DF, 2005. 24p.
- CPRM, ANA e IGAM. 2004. **Definição da Planície de inundação da cidade Governador Valadares**. Belo Horizonte. 30p.
- CPRM, 2009; **Relatório Final da Cheia do Rio Negro de 2009**. CPRM- DHT, Manaus - Amazonas. 23p.
- NEVES, S.R. **Algoritmos para Segmentação de Imagens Infravermelhas**. Rio de Janeiro. 2003.
- OLIVEIRA, J.C. **Índice para Avaliação de Segmentação (IAVAS): Uma aplicação em Agricultura**. 2002. 160 p. (INPE-9554-TDI/830). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2002.
- QUARTAROLI, Carlos Fernando. **Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto: Tutorial Básico**. / Carlos Fernando Quartaroli, Mateus Batistella. – Campinas, Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005.
- SILVA, Ardemírio de Barros. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas: Unicamp, 236 p., (Coleção Livro-Texto), 1999.