

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DO SATÉLITE WORLD VIEW-2 E DO SENSOR ASTER PARA ANÁLISE DE BACIAS HIDROGRÁFICAS – ESTUDO DE CASO: BACIA DO TABULEIRO DO MARTINS, MACEIÓ/AL

Lucas Barbosa Cavalcante^{1*} & *Aline da Silva Inácio*² & *Heliofábio Barros Gomes*³

Resumo – Obter as características físicas de uma bacia hidrográfica é fundamental para o gerenciamento de recursos hídricos de uma região. Neste contexto o sensoriamento remoto apresenta-se como uma ferramenta alternativa para o entendimento das características físicas e processos voltados ao planejamento. Diante disto, o objetivo desta pesquisa foi analisar a utilização de imagens do sensor ASTER e imagens do satélite World View-2 adquiridas pela Secretaria de Estado do Planejamento e do Desenvolvimento Econômico de Alagoas e cedidas para a Universidade Federal de Alagoas, tendo como estudo de caso a bacia endorréica do Tabuleiro do Martins, localizada no município de Maceió, entre as coordenadas geográficas 9°35'26,11" e 9°30'34,28" de Latitude Sul e 35°47'56,93" e 35°43'41,50" de Longitude Oeste. As análises foram feitas com software livre SPRING em sua versão 5.2.3 e sistema operacional Ubuntu 12.10. As imagens do sensor ASTER, com 30 m de resolução espacial, foram utilizadas na geração dos parâmetros da bacia e as imagens de World View-2, foram utilizadas para gerar um mapa de uso e cobertura do solo da bacia. Os resultados obtidos mostram que a bacia do Tabuleiro do Martins esta em grande expansão populacional e que as imagens utilizadas são extremamente viáveis para subsidiar ações de planejamento.

Palavras-Chave – sensoriamento remoto, ASTER e bacias hidrográficas.

USE OF IMAGES WORLD VIEW-2 SATELLITE AND SENSOR ASTER FOR ANALYSIS OF WATERSHED - CASE STUDY: THE BASIN OF THE TRAY OF THE MARTINS, MACEIÓ/AL

Abstract – Get the physical characteristics of a watershed is critical for managing water resources in a region. In this context, remote sensing is presented as an alternative tool for understanding the physical characteristics and processes aimed at planning. Hence, the objective of this research was to analyze the use of ASTER images and World View-2 satellite images acquired by the State Department of Planning and Economic Development of Alagoas and transferred to the Federal University of Alagoas, with the case study basin endoreic Tray Martins, located in the city of Maceió, between the geographical coordinates 9°35'26,11" and 9°30'34,28" South Latitude and 35°47'56,93" and 35°43'41,50" West Longitude. Analyses were done with free software version 5.2.3 SPRING in your operating system and Ubuntu 12.10. The ASTER images with 30 m spatial resolution, were used to generate the parameters of the basin and World View-2 images were used to generate a map of land use and cover the bowl. The results show that the basin of the Board of Martins this booming population and that the images used are extremely viable to support planning activities.

Keywords – remote sensing, ASTER and watersheds.

¹ Engenheiro Agrimensor, Mestrando em Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas, cavalcantelb@gmail.com.*

² Graduanda em Engenharia de Agrimensura, Gestora em Sistema de Informação, Universidade Federal de Alagoas, anjoenila@hotmail.com

³ Professor Doutor, Heliofábio Barros Gomes, Universidade Federal de Alagoas, heliofab@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos compreendem uma importante parte do meio físico, entretanto são facilmente comprometidos, seja no âmbito da qualidade e/ou quantidade, sejam por características como alteração de cursos d'água, impermeabilização de áreas de recargar de aquíferos ou diminuição dos canais de drenagem (Silva, 2003). O meio ambiente no decorrer dos anos vem sofrendo constantes e significativas alterações, devido as fortes interações entre os seres humanos e os recursos naturais, principalmente a água.

A água faz parte do patrimônio mundial, sem ela é impossível ter as condições mínimas necessárias para a vida de todo ser, seja ele vegetal ou animal. Os processos que gerem a transformação da água em água potável são lentos, frágeis e limitados, sendo assim é de suma importância o uso de forma racional e consciente deste recurso natural.

De acordo com a declaração Universal dos Direitos da Água (1992), a gestão de tão precioso recurso requer um consenso entre os fatores de sua proteção e as necessidades de ordens socioeconômicas e sanitárias.

Neste contexto, as bacias hidrográficas vêm sendo consideradas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, tendo como princípio facilitar a gestão sobre os recursos hídricos (Vilaça, 2009). Partindo deste pressuposto, percebe-se a importância de compreender o espaço urbano, estudando e analisando a dinâmica urbana, para assim ter subsídios para ações voltadas as políticas de planejamento.

Tratando de regiões urbanas, é notório que devido a grande dinâmica envolvida nos processos de crescimento populacional, aliada a falta de gestão sobre os mesmos, existe a constante invasão de áreas que não são adequadas para o uso urbano.

Isto posto, segundo Beltrame (1994), o diagnóstico real da situação em que se encontram os recursos naturais nas áreas urbanas, é um instrumento primordial para trabalhos de preservação e conservação dos recursos naturais.

Com base nesta necessidade que o presente artigo quer demonstrar como o uso de imagens de satélite e de radar, alta e média resolução, respectivamente, pode colaborar para o desenvolvimento de ações de planejamento e gestão.

A escolha da bacia do Tabuleiro do Martins se justifica por ser uma bacia endorréica, que se localiza dentro da área urbana da cidade de Maceió, Estado de Alagoas e devido aos poucos estudos existentes sobre a mesma.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A área de interesse neste estudo é definida pela bacia endorréica do Tabuleiro do Martins (Figura 1), que esta localizada no noroeste do município de Maceió, abrangendo parcialmente oito bairros da capital Alagoana (Cidade Universitária, Tabuleiro do Martins, Santos Dumont, Clima Bom, Santa Amélia, Santa Lúcia, Antares e Benedito Bentes), uma parte da área rural de Maceió e parte do município de Rio Largo. Possui cerca de 42,68 km² de área de drenagem e grande importância para Maceió, já que nesta área se encontram a Universidade Federal de Alagoas e o Polo Multissetorial Governador Luiz Cavalcante, além de ser uma área de recarga de aquífero, utilizado para abastecimento populacional. Situa-se entre as coordenadas geográficas 9°35'26,11" e 9°30'34,28" de Latitude Sul e 35°47'56,93" e 35°43'41,50" de Longitude Oeste, tendo como datum de referência o SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).

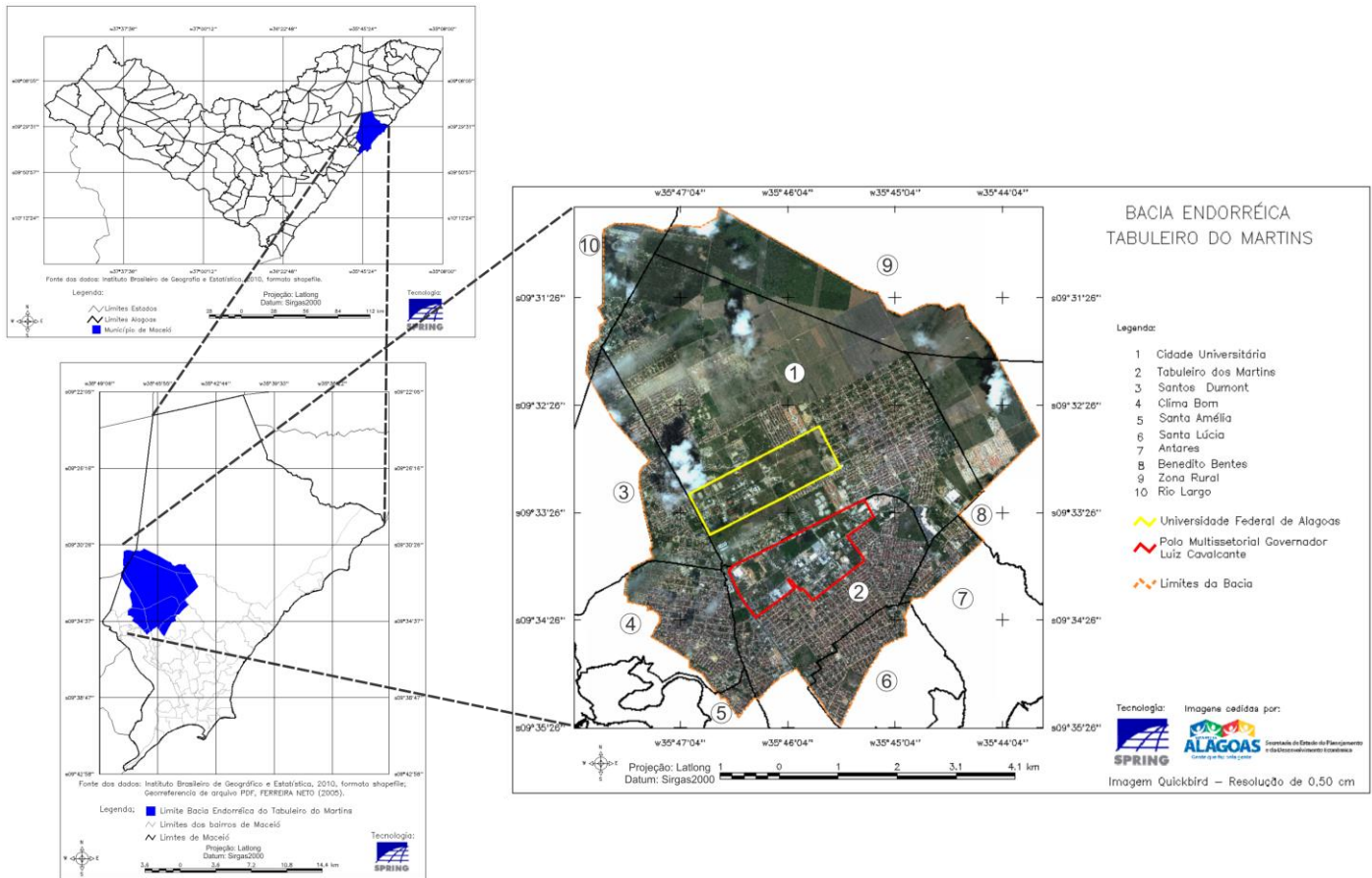


Figura 1 – Mapa de Localização – Bacia Endorréica do Tabuleiro do Martins

2.2. Dados utilizados

Para a construção deste trabalho foram utilizadas imagens de satélite World View-2 com resolução de 0,50 cm, que é um satélite comercial pertencente à empresa norte americana DigitalGlobe, cujo lançamento ocorreu no dia 18 de setembro de 2007 na base da Força Aérea de Vandenberg, Califórnia. O World View-2 gira a uma órbita de 496 km da Terra, capturando dados de 0,50 cm em nadir e de 0,59 cm num ângulo de 25° (DIGITALGLOBE, 2013). Estas imagens foram adquiridas pela Secretaria de Estado do Planejamento e do Desenvolvimento de Alagoas (SEPLANDE/AL), em um projeto que contemplou a compra de imagens de alta resolução ortoretificadas para 2.431 km² do território alagoano, abrangendo 14 municípios mais populosos e uma faixa de 5 km do litoral sul e foram cedidas a Universidade Federal de Alagoas, para o curso de Engenharia de Agrimensura visando estudos acadêmicos.

Para extração de dados altimétricos e de declividade foram utilizados imagens do sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*), a bordo do satélite Terra, que teve seu lançamento no dia 18 de dezembro de 1999. O ASTER possui 14 canais, abrangendo as regiões do visível, infravermelho próximo, infravermelho de ondas curtas e infravermelho termal e uma resolução espacial 30 m, distribuída gratuitamente (NASA, 2013).

Para confecção dos mapas foi utilizada as malhas digitais existentes no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), tendo como base o ano de 2010, as malhas trabalhadas foram as referentes aos municípios e setores censitários, desta última foi extraída as informações de bairros.

Por último foi utilizado um mapa encontrado no trabalho de Ferreira Neto (2004), que continha o limite da bacia do Tabuleiro do Martins, em formato PDF.

2.3. Metodologia

Segundo Viessmann *et al.* (1977), o termo bacia hidrográfica faz referência a uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água ou um sistema conectado de cursos de água, tal que toda a vazão seja descarregada através de uma simples saída. Quando esta saída não escoar para nenhum rio, lago ou oceano, a bacia é denominada endorréica, onde a saída ocorre por meio da absorção da água da sua parte de menor cota, auxiliando assim na recarga de aquíferos.

Para a delimitação da bacia endorréica do Tabuleiro do Martins, foi utilizado um mapa elaborado por Ferreira Neto (2004), em formato PDF, o mesmo foi convertido em arquivo de imagem tiff através de *software* de edição gráfica, depois desde processo a imagem foi georreferenciada alcançando um erro total de 0,351, as projeções utilizadas para exportação foram a LatLong e UTM, ambas tendo como datum de referência o SIRGAS2000. A extração ocorreu através do *software* livre e de código aberto SPRING em sua versão 5.2.3, rodando em sistema operacional também livre Ubuntu em sua versão 12.10, onde foi criada uma categoria Cadastral e feita a vetorização dos limites da bacia, gerando assim um arquivo *shapefile*.

Para a extração da hipsometria e da declividade foi utilizado o *software* SPRING 5.2.3, a imagem do sensor ASTER foi recortada utilizando como base o *shapefile* anteriormente gerado. O mapa hipsométrico, foi calculado através do fatiamento de uma grade regular e representa o relevo por curvas de nível, reduzidas ao nível do mar, e o de declividade, realizado através de processos automatizados feitos por máscaras móveis que exploram cada pixel em relação ao seu pixel vizinho em toda área de interesse, este último representa a diferença de altura entre dois pontos e a distância horizontal entre esses pontos.

Para se obter uma melhor caracterização da bacia e tendo em vista que neste estudo foi utilizada imagens de alta resolução, a imagem da área de estudo foi classificada, utilizando-se o método de classificação supervisionada, tem por objetivo se utilizar do conhecimento do usuário para “treinar” o *software* a distinguir as classes por ele escolhidas, para que a classificação seja mais precisa é utilizado nesta distinção a chamada Verdade Terrestre (*Ground Truthing*), termo utilizado no sensoriamento remoto para nomear o conhecimento prévio do usuário sobre a área a ser classificada (Liotte, 2000). Segundo Fonseca (1998), para que a amostra de treinamento seja considerada estatisticamente confiável, são necessários de 10 a 100 pixels selecionados por classe, levando-se em consideração uma amostra homogênea, entretanto, que contenha toda a variabilidade existente dentro desta amostra. Vale ressaltar, que o número de pixels necessários para se obter precisão aumenta a medida que a variabilidade entre classe é ampliada.

O classificador escolhido nesta pesquisa foi o Máxima Verossimilhança (MAXVER), pois é o classificador mais comumente utilizado em classificação supervisionada, segundo Crósta (1992), para que exista precisão utilizando este tipo de classificador é necessário que se tenham mais de uma centena de pixels treinados, preferencialmente. O classificador MAXVER considera a ponderação das distâncias entre as médias dos níveis digitais (ND) das classes, para este processo utiliza bases estatísticas relativamente complexas. Segundo Richards (1993), o método Máxima Verossimilhança parte do pressuposto que a classificação errônea de um pixel não tem maior significância do que a classificação errônea de qualquer outro pixel presente na imagem.

Com a imagem classificada processada, foi necessário se calcular a exatidão do mapa gerado, esta exatidão parte do princípio, que uma determinada medida tem proximidade com seu valor real, partindo deste contexto, é necessário proceder com cálculos estatísticos, analisando o produto classificado, para que a acurácia da classificação seja obtida (Bernardes, 2006).

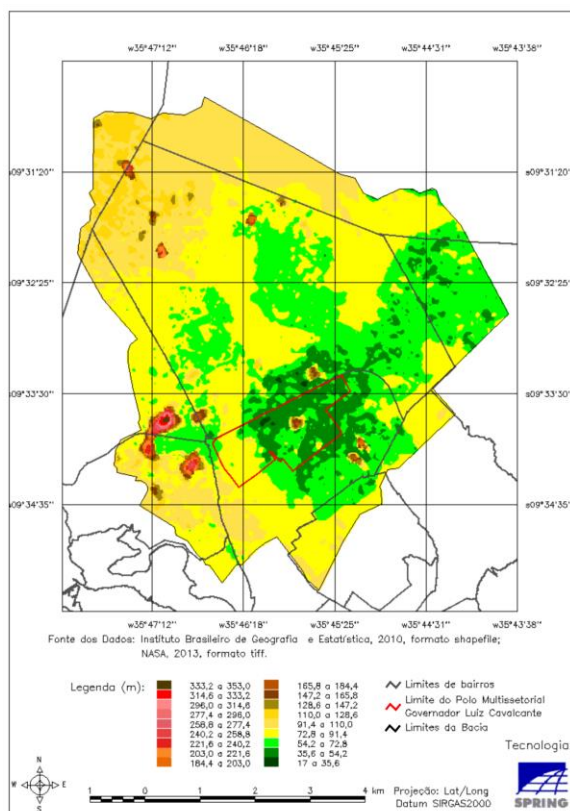
Esta avaliação pode ser obtida por meio de coeficientes de concordância da matriz de confusão, segundo Vieira (2000), é através desta matriz que se pode derivar medidas e por consequência verificar erros oriundos do processo de classificação. O coeficiente mais comumente

utilizado é o KAPPA, que segundo Congalton (1991), é satisfatório na avaliação da precisão de uma classificação, pelo fato de analisar toda a matriz de confusão, sem se ater somente aos elementos da diagonal principal, como ocorre na exatidão global.

O *software* SPRING em seu relatório estatístico apresenta entre outros índices, o TAU, proposto por Ma, Redmond (1995), na tentativa de corrigir a deficiência do KAPPA, que por incluir em seus cálculos a concordância real da amostra, poderia superestimar o grau de concordância e subestimar a precisão. Figueiredo (2007) em estudo de comparação de coeficientes mostra que a diferença entre o KAPPA e o TAU é tão pequena, que ambos podem ser utilizados em avaliação de acurácia de classificação, sem que haja prejuízo para o estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2a mostra o mapa hipsométrico da bacia endorréica do Tabuleiro do Martins, onde é notório que a maior classe encontrada pertence à variação de altitude entre 72,8 m e 91,4 m, as menores classes encontram-se exatamente na área de recarga da bacia, esta área possui altitude variando entre 17 m e 35,6 m e encontra-se exatamente na região que foi construído o Polo Multissetorial Governador Luiz Cavalcante, o processo de construção de um polo industrial, devido a presença de grandes indústrias e a necessidade de melhoria das vias para que o escoamento de produção ocorra de forma satisfatória, impermeabiliza o solo, fazendo que a absorção de água para a recarga de aquífero seja extremamente dificultada. Apesar da região possuir tanques de retenção que visam auxiliar na macrodrenagem da região, estes não se comportam de forma satisfatória, tornando esta região de descarga da vazão da bacia endorréica susceptível a enchentes, como as ocorridas no ano de 2004, 2007 e mais recentemente em 2012, Figura 2b e 2c.



FORNTE: Peplau, 2004

(b)



FORNTE: Rubens Parizio, 2012

(c)

Figura 2 – Mapa de Hipsométrico e fotos – (a) Hipsometria da Bacia Endorréica do Tabuleiro do Martins, (b) e (c) fotos de enchentes no Polo Multissetorial Governador Luiz Cavalcante

Os valores de declividade da bacia endorréica do Tabuleiro do Martins estão representados pelo mapa de declividade apresentado na Figura 3, como a bacia esta localizada em uma região plana, já era esperado que os valores de declividade em sua grande maioria apresentassem valores baixos, observando o mapa, notasse que a maior variação de declividade encontrada esta entre 0° e 5,92°, ou seja, é uma bacia pouco declivosa. Em comparação com o mapa hipsométrico, percebe-se que as declividades de maiores valores estão contidas nas faixas de altitude de 54,2 m e 72,8 m, a média de declividade da área em estudo é de 6,21° e mediana de 3,65°.

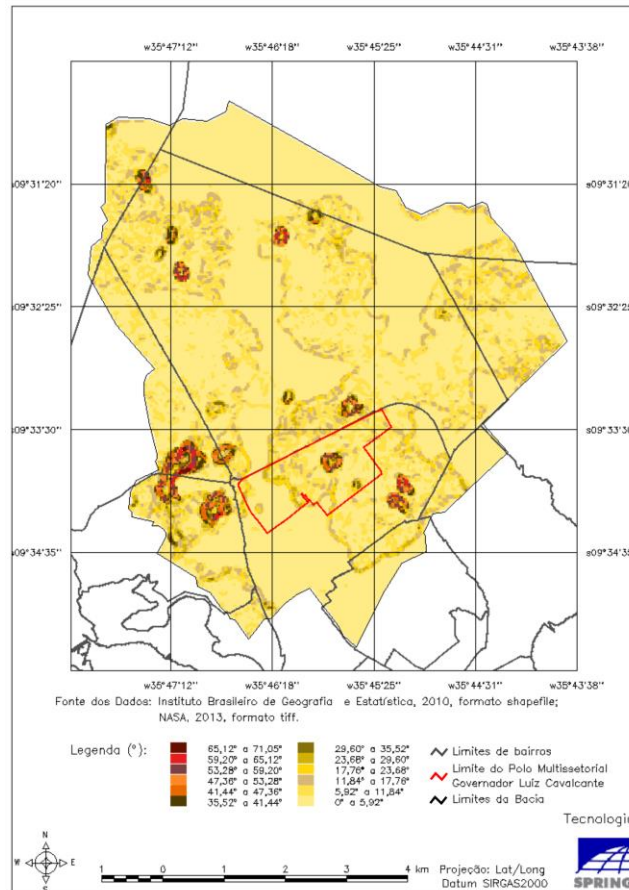


Figura 3 – Mapa de Declividade – Declividade da Bacia endorréica do Tabuleiro do Martins

Como suporte ao processo de caracterização da bacia endorréica do Tabuleiro do Martins, foi feita uma classificação supervisionada, utilizando-se do classificador de Máxima Verossimilhança, para compreender a dinâmica do uso e cobertura do solo da área em estudo, Figura 4a, foram treinadas nove classes, sendo elas: Vegetação média, alta e baixa; solo exposto; área construída; asfalto; água; sombra e nuvem, alcançando ao final do processo 89,58% de acurácia pelo índice TAU, o que classifica o processo como excelente. Apesar da alta acurácia ainda foi percebida uma grande confusão entre classes, principalmente, a classe sombra em relação à água (Figura 4b); a classe solo exposto com área construída (Figura 4c) e a classe de nuvem com algumas construções que possuem telhado de material branco muito brilhoso que se confunde com os números digitais presentes nas nuvens (Figura 4d).

Observando a imagem classificada, notasse uma grande concentração de área construída localizada nas partes de mais baixa hipsometria (parte mais ao sul da bacia), na parte mais ao norte esta localizada uma parte da zona rural do município de Maceió, onde ainda existe grande concentração de vegetação, parte nativa, parte de cultivo de cana-de-açúcar. Observando a parte

leste da área em estudo é perceptível que a área encontrasse em processo de expansão territorial com a construção de diversos condomínios residenciais e empreendimentos comerciais

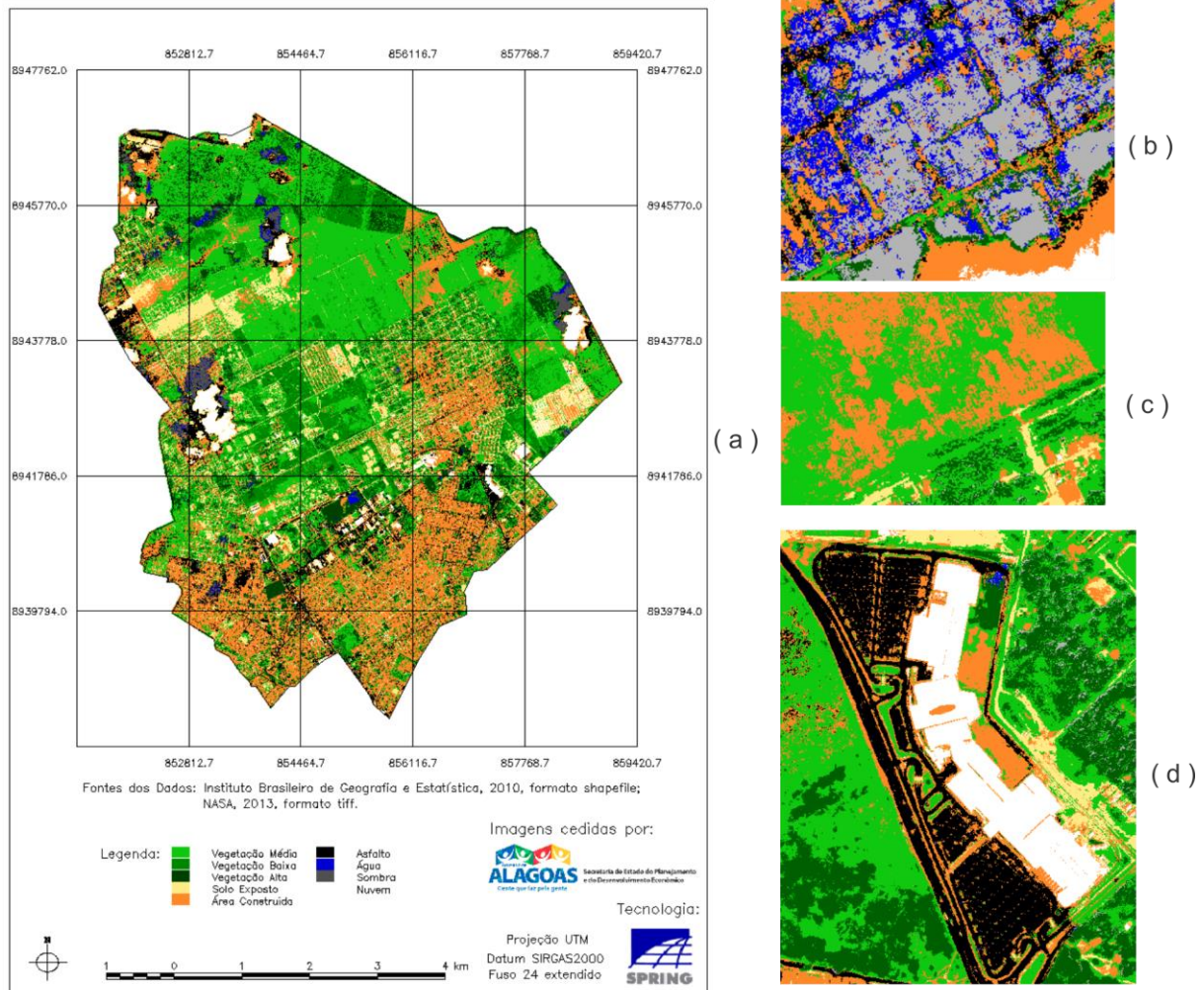


Figura 4 – Mapa de Uso e Cobertura do Solo – (a) uso e cobertura da bacia endorréica do Tabuleiro do Martins, (b) confusão sombra e água, (c) confusão solo exposto e área construída e (d) confusão nuvem e área construída

4. CONCLUSÃO

Analisando todas as variáveis estudadas nesta pesquisa, é notório que a utilização de imagens do sensor ASTER, são mais que suficientes para se extrair propriedades físicas referentes a bacia hidrográficas, comportando-se de forma satisfatória tanto para a extração de dados hipsométricos, como de dados de declividade. Em relação ao mapa de uso e cobertura do solo, vale ressaltar que apesar das confusões existentes, foi obtido um excelente padrão de acurácia, o que torna as imagens cedidas pela Secretaria de Estado do Planejamento e do Desenvolvimento Econômico de Alagoas, viáveis para a utilização em classificações. Além dos dados, vale ressaltar que o *software* livre e de código aberto SPRING 5.2.3 rodando em ambiente também livre Ubuntu 12.10, processou todos os dados necessários a esta pesquisa de forma rápida e sem apresentar falhas, demonstrando excelente processamento nos cálculos matriciais e ótimo acabamento nos mapas de saída. Tornando o processo pouco geral menos oneroso e bastante eficaz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELTRAME, A. V.. Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas: Modelo e Aplicação. Florianópolis: UFSC, 1994. 132 p.
- BERNARDES, T. Caracterização do ambiente agrícola do Complexo Serra Negra por meio de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2006, 119p. Disponível em: <<http://www.epamig.br/geosolos/MaterialSite/Teses/Tiago/Tiagodissertacao.pdf>>. Acesso em: 05 de abril de 2013.
- CAMARA G, SOUZA RCM, FREITASUM, GARRIDO J., "SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling" *Computers & Graphics*, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.
- CONGALTON, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, v. 49 n. 12, p. 1671-1678, 1991.
- CRÓSTA, A. P. (1992). Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. São Paulo, 173P. (Tese - Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de Campinas.
- DIGITALGLOBE - Disponível em: <http://combination.digitalglobe.com/>, acesso em 01 de abril de 2013.
- FERREIRA NETO, José. Vicente. et al. *Os recursos hídricos da área do Tabuleiro do Martins – Maceió/AL* In: ARAUJO, Lindemberg Medeiros de (Org.). *Geografia: espaço, tempo e planejamento*. Maceió: EDUFAL, 2004, p. 231-255.
- FIGUEIREDO, G.C., Estudo do comportamento dos índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto, 2007.
- FONSECA, L. M. G., Restauração de imagens do satélite Landsat por meio de técnicas de projeto de filtros FIR. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica), 1988.
- LIOTTE, S.A *et al.* Utilização de Técnicas de Geoprocessamento para apoio ao planejamento físico-territorial do município de Pariqueira-Açu/SP. (2000)
- MA, Z., REDMOND, R. L. Tau coefficients for accuracy assessment of classification of remote sensing data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 61, n. 4, p. 435-439, 1995.
- NASA - National Aeronautics and Space Administration. Disponível em: <http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/>, acesso em 01 de abril de 2013.
- ONU, *Declaração Universal dos Direitos da Água*, março 1992.
- PEPLAU, G.R. Influência da variação da urbanização nas vazões de drenagem na Bacia do Rio Jacarecica em Maceió-AL. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Pernambuco/UFPE. Recife-PE. 2005.
- RICHARDS, J.A. (1993): *Remote Sensing Digital Image Analysis – An Introduction*, Springer, Berlin.
- SILVA, M. A. R.. Economia dos recursos naturais. In: *Economia do meio ambiente: Teoria e prática*. Rio de Janeiro: Editora Campos, 2003.
- VIEIRA, C. A. O. Accuracy of remotely sensing classification of agricultural crops: a comparative study. 2000. 327p. Thesis (Doctor of Philosophy). University of Nottingham, 2000, p. 128-175.
- VISSMANN; KNAPP; HARBAUGH (1977), *Introduction to hydrology*, 2ª edição, New York, Harper and Row, 704 p.
- VILAÇA, M. F, *et al.* Bacia Hidrográfica Como Unidade De Planejamento E Gestão: O Estudo De Caso Do Ribeirão Conquista No Município De Itaguara – MG, 2009