

## O uso do geoprocessamento na caracterização da cobertura vegetal e uso atual do solo na bacia hidrográfica do Rio da Dona

Djalma Villa Gois<sup>1</sup>  
José Antonio Pacheco de Almeida<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado da Bahia – UNEB  
44570-000 – Santo Antonio de Jesus – BA, Brasil  
villa\_gois@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Sergipe  
49100-000 – São Cristóvão – SE, Brasil  
jalmeida@ufs.br

**Abstract.** The map of land cover and land use, containing information about the basin of the Rio da Dona was generated by digital processing techniques, using Landsat-7 image 2003, cartographic data and current field information. With satellite images covering the watershed was the supervised classification by pixel, preceded by a visual interpretation of images, for the recognition and characterization of the targets (objects) in the earth's surface. For this purpose, we considered ways to interpret and extract information from objects in color / tone, texture, shape, size, pattern and location. Thematic classes defined in this classification were: continental water clouds (the shadows were incorporated into the class closest), mangrove forest, three types of pasture (level 1, 2 and 3), two types of restinga (woody and herbaceous), two types dense tropical rain forest (secondary vegetation without palm trees with palm trees and secondary vegetation), bare soil and urban area.

**Palavras chaves:** digital processing, current use of the ground, image of satellite; processamento digital, uso atual do solo, imagem de satélite.

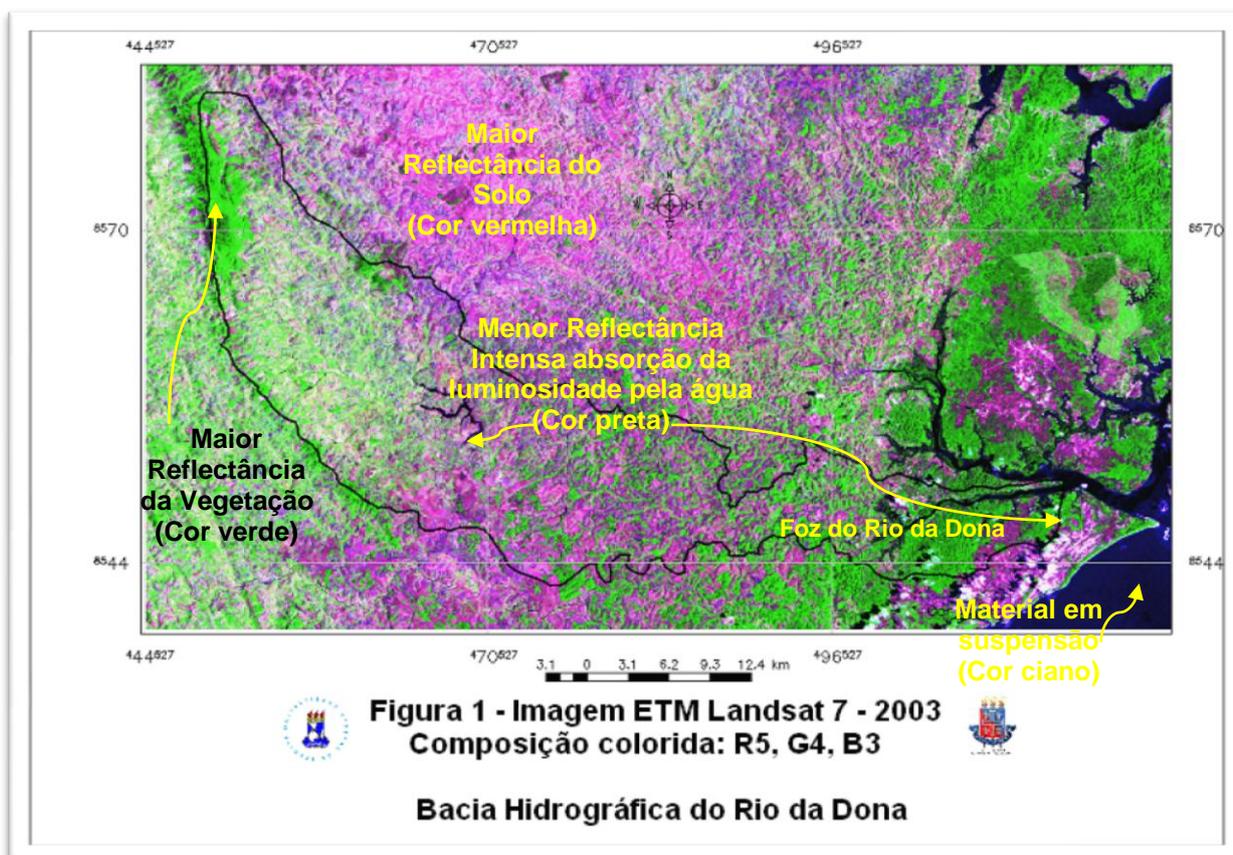
### 1. Introdução

Este trabalho tem por objetivo elaborar um mapa da cobertura vegetal e uso do solo, contendo informações da bacia hidrográfica do Rio da Dona, gerado por meio de técnicas de processamento digital, utilizando-se de imagem Landsat-7 ano/2003, dados cartográficos atuais e informações de campo.

Com as imagens de satélite que cobre a bacia hidrográfica foi feita a classificação supervisionada por pixel, precedida de uma interpretação visual das imagens, visando o reconhecimento e a caracterização dos alvos (objetos) na superfície terrestre. Para tal, foi considerado como elementos interpretativos para extrair informações de objetos a cor / tonalidade, textura, forma, tamanho, padrão e a sua localização.

As imagens da bacia hidrográfica do Rio da Dona, vistas no decorrer deste Artigo, são frutos de uma composição colorida das bandas 3, 4 e 5 do sensor ETM<sup>+</sup> do satélite Landsat 7. Visando reconhecer e caracterizar com propriedade os alvos destas imagens foi feita a combinação 543 com estas bandas, cuja imagem produzida aparecem em cores padrões (FIGURA 1), ou seja, a vegetação é representada pela cor esverdeada, porque a cor verde, advinda do processo computacional, foi associada aos dados de reflectância da banda ETM4 (infravermelho próximo), que representa a região de maior resposta espectral da vegetação. O segundo pico de maior refletância da vegetação ocorre na região do infravermelho médio (banda ETM5), que é associada à cor vermelha. A mistura dessas duas cores resulta na cor amarela. Portanto, dependendo da densidade de cobertura da vegetação, esta aparecerá na imagem com variações mais forte ou mais fraca da cor verde. O pico de maior reflectância do solo exposto está associado à banda ETM5 e encontra-se agregada à cor vermelha, advinda do processo computacional. Desta forma o solo aparecerá na imagem com cores avermelhadas. A

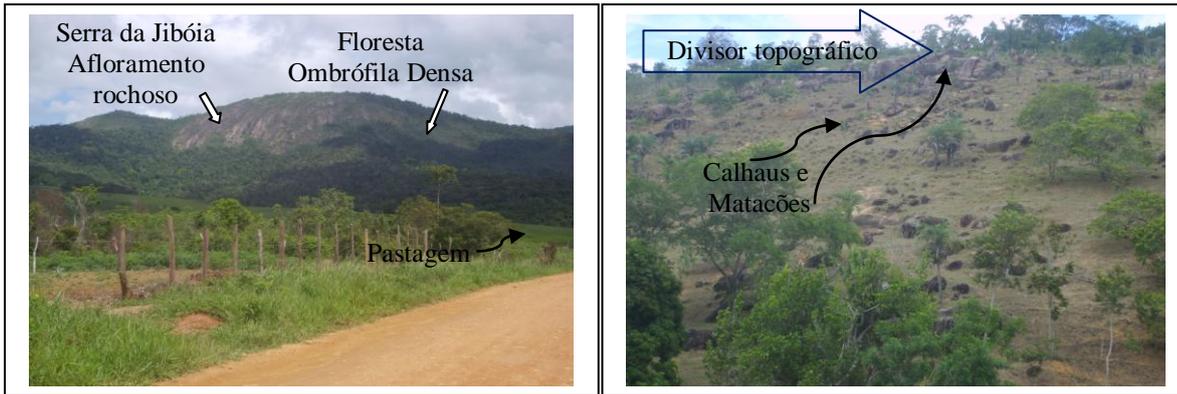
cor azul foi associada à banda ETM3 (região do visível), onde as águas ficaram com cores pretas devido a intensa absorção pela água dos raios solares, e ciano quando há material em suspensão, conforme Câmara e Medeiros (1998).



## 2. Comparação entre fotografias verticais e imagem Landsat para o reconhecimento e caracterização de alvos na bacia hidrográfica do Rio da Dona.

Visando a classificação supervisionada da imagem Landsat 7, faz-se uma comparação entre fotografias verticais registradas com uma câmara digital comum e imagem Landsat para o reconhecimento e caracterização de alvos na bacia hidrográfica. Os primeiros alvos a serem considerados são os divisores topográficos da bacia hidrográfica representados pela serra da Jibóia (FOTOS 1) e pelo morro Bom Jardim (FOTO 2), localizados no alto curso da bacia hidrográfica. A Foto 1 apresenta parte da serra da Jibóia localizada ao norte. Concebem áreas onde a vegetação está mais preservada com testemunhos da Floresta Ombrófila Densa, evidentemente bastante alterada pela exploração seletiva de espécies. Nas encostas mais íngremes da serra, com declividade superior a 45% observa-se a presença de afloramentos rochosos granulíticos do Complexo Caraíba. Nas áreas mais planas e suave onduladas o uso do solo é constituído por pastagens cujas biomassas são menos elevadas do que aquelas situadas nos vales úmidos e mais elevadas do que aquelas situadas em áreas degradadas. A estas são denominadas de pastagens de nível 2.

Destaca-se na Foto 2 o divisor da bacia hidrográfica oposta à da serra da Jibóia, formada pelo morro Bom Jardim. São áreas com declividades superiores a 35% que, devido a intensa atividade das águas pluviais, estes solos apresentam-se rasos a pouco profundos, com presença nas encostas de calhaus e matações espalhados pela superfície do terreno com pouca vegetação. Estes solos são denominados de Luvisolos.

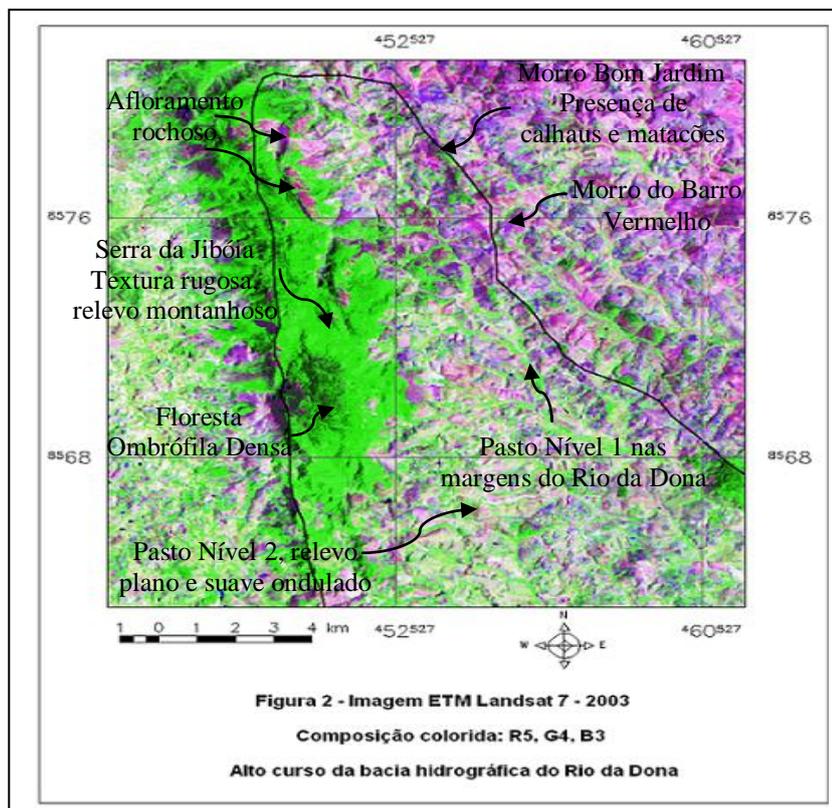


**FOTO 1**–Divisor topográfico: Serra da Jibóia. **FOTO 2** - Divisor topográfico: morro Bom Jardim.

Com o objetivo de observar as semelhanças entre as fotos e a imagem Landsat 7, foi ampliada esta imagem no extremo norte da bacia hidrográfica onde pode correlacionar os alvos entre elas.

A cor verde vivo, da imagem ampliada (FIGURA 2), representam a Floresta Ombrófila Densa que predomina nas áreas de relevo com maior elevação a exemplo do divisor topográfico da Serra da Jibóia. Estas áreas mais movimentadas são identificadas na imagem através da percepção da textura rugosa e sombreada. Nas encostas mais íngremes ocorrem afloramentos rochosos que estão representados, na imagem de composição colorida 543, pela cor lilás escuro. As áreas de coloração verde bem clara, quase esbranquiçada, vistas nesta imagem, são constituídas de pastagens de nível 2. Percorrendo as margens dos leitos dos rios, desde suas nascentes até o curso principal, encontram-se as áreas que formam os vales representados pela cor verde de intensidade média e que são constituídas também por pastagens, entretanto com mais biomassa, caracterizando-as de nível 1, sem a mata ciliar.

As cores avermelhadas na Figuras 2 representam as áreas mais degradadas e desmatadas com solos rasos e frequente presença de calhaus e matacões cobrindo a superfície do solo.

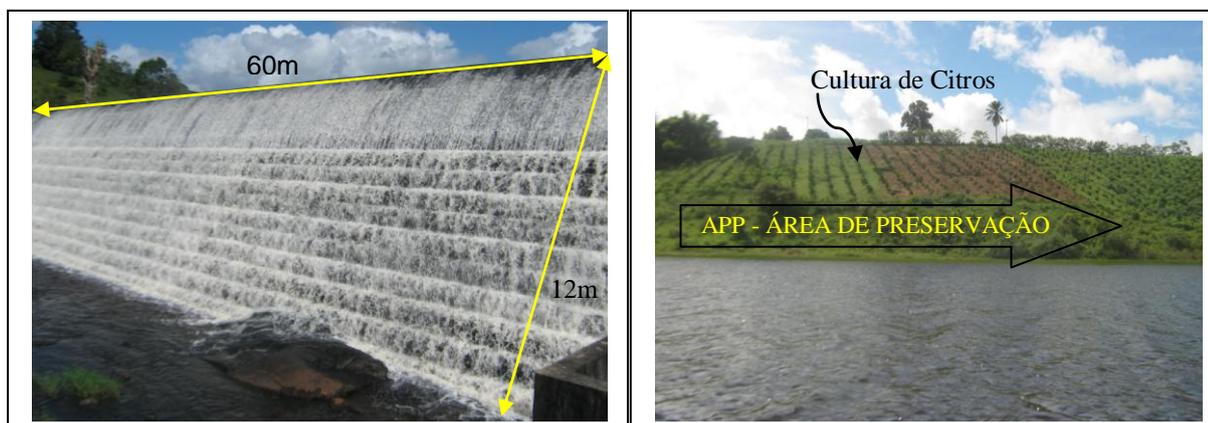


O segundo alvo a ser considerado está localizado no médio curso da bacia hidrográfica mostrado nas Fotos 3, 4, 5 e 6 e na Figura 3.

Na Foto 3, observa-se a barragem que forma o reservatório onde é captada a água bruta para o abastecimento humano nas cidades de Santo Antonio de Jesus e Dom Macedo Costa. Esta barragem contém 60 metros de comprimento por 12m de altura, cuja cota máxima do extravasor é 167,5 metros de altitude, formando um espelho de água aproximada de 285 hectares e, segundo a EMBASA, possui um volume armazenado de 12,99 milhões de metros cúbicos. Este reservatório é constituído pela confluência dos rios da Dona, Preto e de Areia.

As três fotografias seguintes (FOTOS 4, 5 e 6) apresentam a superfície laminar das águas do reservatório do Rio da Dona e suas margens, trazendo consigo três problemas ambientais.

O primeiro refere-se às áreas agrícolas com cultivo de citros, invadindo as áreas de preservação permanente ao redor de reservatórios de água artificiais (FOTO 4), que deveriam ter como largura mínima 100 metros, segundo a Resolução do CONAMA 303, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Ademais, neste tipo de cultura, comum da região, utiliza-se fertilizantes químicos, que compromete a qualidade da água para o abastecimento humano.



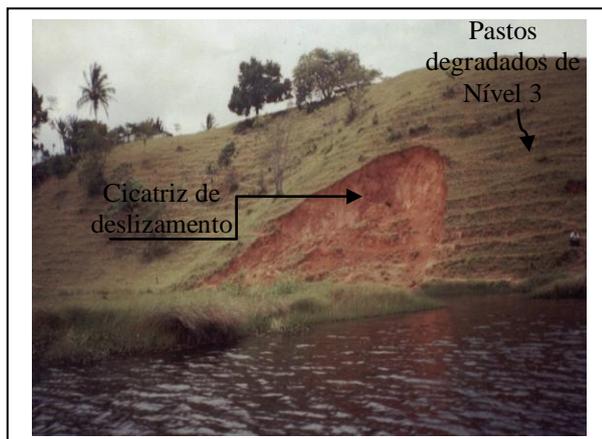
**FOTO 3** – Atual barragem para o abastecimento humano de Santo Antonio de Jesus–BA

**FOTO 4** – Reservatório do Rio da Dona. Área agrícola de citros

O segundo problema ambiental refere-se às erosão que vêm ocorrendo de maneira acelerada nas encostas de morros às margens do Rio Preto em áreas de pastagens degradadas (FOTO 5). A destruição da floresta pelo homem, deixando a superfície da encosta exposta à erosão, provocou um movimento de massa típico do processo de deslizamento causado pelas intensas e frequentes precipitações pluviométricas, saturando o solo, tendo por consequência o assoreamento das margens do reservatório. Do ponto de vista morfológico podemos distinguir a forma convexa geral do morro e o entalhamento do deslizamento, dando início a formas côncavas embutidas dentro da vertente convexa.

O terceiro problema acena para a presença de plantas macrófitas aquáticas que já ocupam todas as extremidades do reservatório (FOTO 6), comprometendo o volume de água bruta disponível para o abastecimento humano. Estas plantas têm se desenvolvido porque parte dos fertilizantes utilizados nas culturas agrícolas, os esgotos residenciais e solos em suspensão, através das enxurradas das águas de chuva têm sido levados para dentro do reservatório, dando-lhe uma condição de desequilíbrio caracterizada pela grande quantidade de nutrientes que aceleram o crescimento da vegetação aquática em quantidades indesejáveis,

implicando na diminuição do volume de água bruta, entupimento de crivo de bomba d'água, dificuldades na navegação, pesca, recreação, etc.

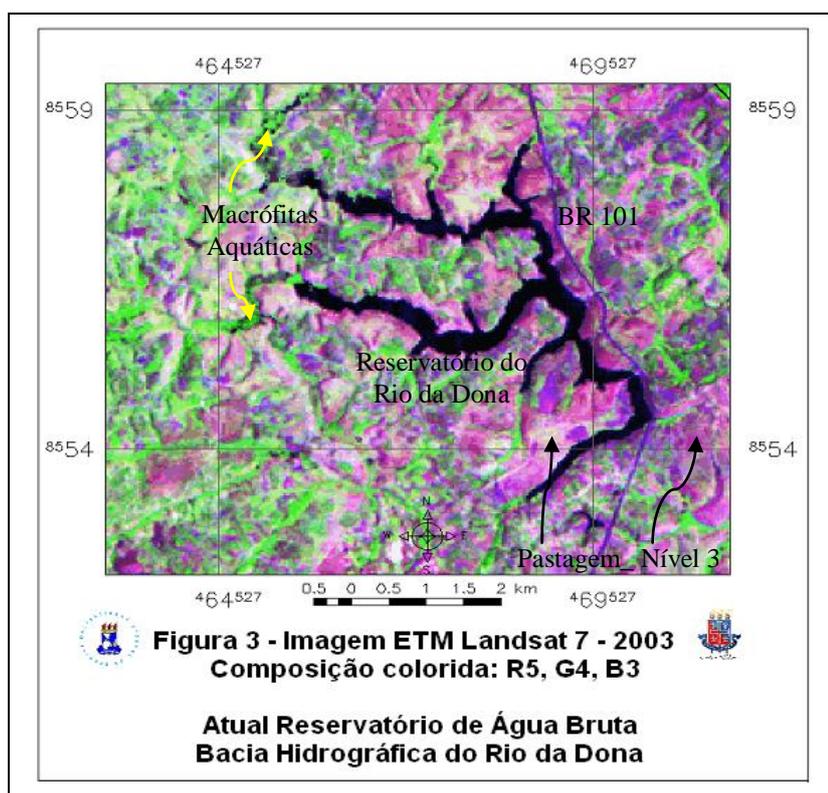


**FOTO 5** – Movimento de massa nas vertentes do Rio Preto.

**FOTO 6** – Domínio de plantas macrófitas nas margens do reservatório do Rio da Dona

A imagem representada pela Figura 3, mostra a superfície do atual reservatório do Rio da Dona e o seu entorno. Nesta imagem a vegetação apresenta-se com variações da cor verde, o solo quando exposto ou com pouca biomassa com tonalidades avermelhadas, a BR 101 de cor lilás e a água do reservatório de cor preta e superfície lisa. Nas extremidades do reservatório nota-se grande quantidade de plantas macrófitas aquáticas, que estão representadas pela cor verde clara que se prolongam pelas margens dos rios e riachos em terras úmidas dos vales caracterizando as pastagens de nível 1.

Nos interflúvios percebe-se áreas apresentando cores magentas (variando do rosa claro ao lilás). Essas áreas representam solos degradados devido às constantes utilizações de maquinários agrícolas voltados para os cultivos de citros e mandioca, entretanto predominam aí as pastagens bastante degradadas de nível 3 com baixo volume de biomassa.

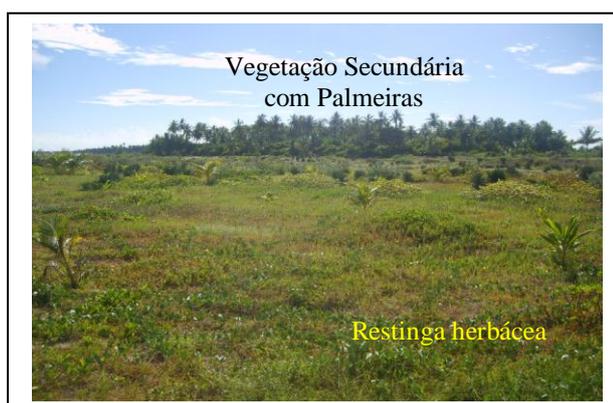


O terceiro alvo corresponde à Bacia Sedimentar do Recôncavo que faz contato com os Tabuleiros Pré-litorâneos, cujas rochas do embasamento cristalino afloram formando corredeiras oriundas dos desnivelamentos provenientes da separação destas duas secções.

Seguindo rio abaixo este se alarga progressivamente até o estuário Rio da Dona onde está sujeito às variações dos fluxos das marés, que em seus constantes movimentos arrastam diversas partículas em suspensão formando um substrato aluvial fluviomarinho, composto por solos indiscriminados, ricos em detritos orgânicos, formando os Manguezais (FOTO 7).

No entorno dos manguezais os terrenos são cobertos por uma vegetação secundária com palmeiras recobrando os terrenos do quaternário de fertilidade baixa a mediana, susceptíveis de lixiviação quando desflorestadas, nunca ultrapassando a faixa de 80 metros de altitude. De acordo com Santos e Gois (2004), nesta porção da bacia hidrográfica os riscos ambientais intensificam-se com maior velocidade, em função da forte exploração dos recursos naturais dos últimos anos, transformando um ecossistema frágil em áreas de pastagens ou simplesmente abandonadas.

Apesar da área desta bacia hidrográfica não atingir o oceano, pois é limitada pelo Rio Jaguaripe, ela sofre uma grande influência marinha formando as restingas, que ocorrem sobre as planícies aluviais onde os Neossolos Quartzarênicos e os Espodossolos são os tipos dominantes. De acordo com o Projeto Radambrasil (1981), a vegetação dessa área é constituída de *halófitos-psamófitos* endêmicos e de outras espécies adaptadas a essa condição ecológica formando povoamentos descontínuos arbustivo e herbáceo (FOTO 8).



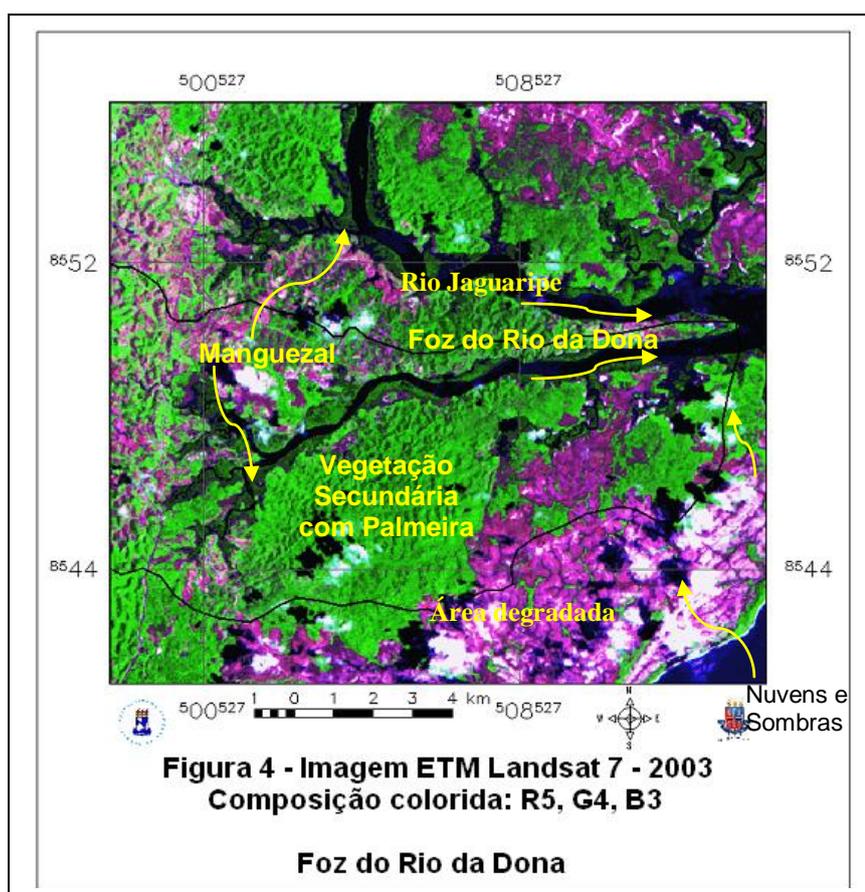
**FOTO 7** – Estuário do Rio da Dona. Área de manguezal.

**FOTO 8** – Baixada Litorânea. Vegetação de restinga herbácea.

A imagem concebida pela Figura 4 de composição colorida 543, representa uma área situada no baixo curso da bacia hidrográfica, destacando o estuário do Rio da Dona, este de coloração preta, que percorre na direção oeste – leste; neste ambiente aquático ressaltam-se nesta imagem algumas manchas azuladas, próximas à foz, que sugerem a presença de sedimentos em suspensão. Observa-se também outras manchas de cor preta com formas múltiplas, porém próximas ao arredondamento, que representam as sombras das nuvens brancas.

Margeando o rio principal e os seus afluentes observa-se áreas que representam os manguezais cobertos por formações pioneiras fluviomarinhas arbóreas. Nesta imagem a vegetação apresenta-se de coloração verde com tons escuros e textura lisa.

Na margem direita do Rio da Dona uma grande área de cor verde vivo com textura rugosa se apresenta na imagem. Esta área corresponde à região da floresta ombrófila densa, atualmente modificada pela intervenção humana, substituída por culturas diversas e pela vegetação secundária com palmeiras. Nota-se também áreas de coloração roxa que significa a exposição do solo sem vegetação.

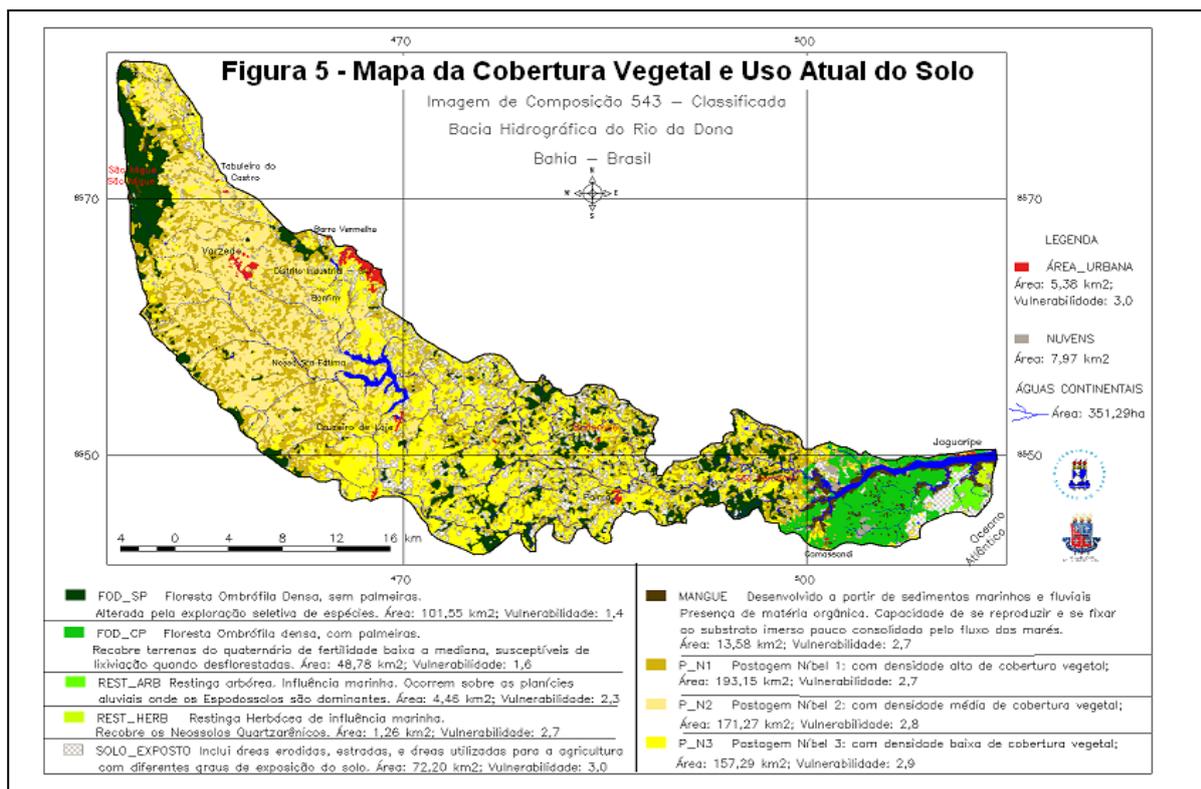


### 3. Classificação de imagem

Após o reconhecimento e caracterização dos alvos nas imagens da bacia hidrográfica foi realizada a classificação supervisionada da imagem ETM – Landsat 7 por meio de técnicas de processamento digital, onde foi feito um método de extração de informação da imagem, por pixel, para reconhecer padrões e objetos homogêneos. O resultado final é uma imagem onde cada pixel contém informação de uma classe associada ao ponto da cena correspondente (FIGURA 5). Neste processo foram encontradas doze classes de cobertura vegetal e uso da terra, apresentadas na Tabela 1, com suas respectivas áreas de ocupação.

TABELA 1 – Classes de uso da terra e cobertura vegetal que ocorrem na área da bacia hidrográfica do Rio da Dona.

CLASSES	ÁREA	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
Floresta ombrófila densa sem palmeiras	101,55	13,1
Pastagem - Nível 1	193,15	24,9
Pastagem - Nível 2	171,27	22,1
Pastagem - Nível 3	157,29	20,3
Solo Exposto	72,20	9,3
Área Urbana	5,38	0,7
Floresta ombrófila densa com palmeiras	40,778	5,3
Manguezal	13,58	1,7
Restinga Arbórea	4,47	0,6
Restinga Herbácea	1,26	0,2
Águas Continentais (Represa+Estuário)	7,41	0,9
Nuvem	7,97	1,0
<b>Total da bacia hidrográfica</b>	<b>776,31</b>	<b>100,0</b>



#### 4. Conclusão

A utilização de novas tecnologias correlacionadas ao geoprocessamento, geradas a partir da aplicação de sensoriamento remoto e do sistema de informação geográfica, como ferramentas para elaboração de um mapa de Cobertura Vegetal e Uso Atual do Solo através de uma metodologia de classificação supervisionada da imagem de satélite é bastante eficiente, entretanto o trabalho de campo é uma atividade indispensável para comprovar esta eficácia e complementação desta metodologia, auxiliando na observação das feições dos objetos da realidade e comparando-as com os alvos das imagens.

#### Referências Bibliográficas

CÂMARA, Gilberto & MEDEIROS, José Simeão de. Princípios básicos em geoprocessamento. In: E. D. Assad & E. E. Sano (Org's). **Sistema de informações geográficas. Ampliações na agricultura**. 2ª edição revista e ampliada. Brasília: Editora da EMBRAPA / Serviço de Produção de Informação, 1998.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Editora Hucitec da Universidade de São Paulo, 1979.

CREPANI, Edison et al. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. São José dos Campos, São Paulo: Editora do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 2ª edição. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2007.

PROJETO RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**, volume 24. Folha SD. 24 Salvador. Edição fac-similar. IBGE. Meio Digital. Rio de Janeiro, 2003.

SANTOS, Miguel Cerqueira; GOIS, Djalma Villa. Urbanização e riscos ambientais no recôncavo baiano. Um estudo do baixo e médio curso do Rio da Dona. In Territorium. **Revista da Associação Portuguesa de riscos, prevenção e segurança**. Coimbra 04. Minerva Coimbra, 2004.