

## Uso do satélite CBERS para detecção do manguezal da Baía de Vitória-ES

Leilane Gonçalves dos Passos<sup>1</sup>  
Mára Regina Labuto Fragoso da Silva<sup>2</sup>  
Cláudia Câmara Vale<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UFES/Departamento de Ecologia e Recursos Naturais  
Av. Fernando Ferrari, 514  
29075-900, Vitória, ES – Brasil  
leilanepassos@yahoo.com.br

<sup>2</sup>UFES/Departamento de Informática  
Av. Fernando Ferrari, 514  
29075-910, Vitória, ES – Brasil  
mrlfds@uol.com.br

<sup>3</sup>UFES/Departamento de Geografia  
Av. Fernando Ferrari, S/N  
29075-900, Vitória, Es – Brasil  
geovale0907@yahoo.com.br

**Abstract.** This paper intends to analyse the applicability of the Green et al. (1998) method for mapping the Vitória's Bay mangrove in Espírito Santo, Brazil, adjusting the method for CBERS 2 satellite, using bands ratio, principal components analyses (PCA) and histogram equalization.

**Palavras-chave:** remote sensing, mangrove, satellite oceanography, environmental monitoring, coastal management, sensoriamento remoto, manguezal, oceanografia por satélite, monitoramento ambiental, gerenciamento costeiro.

### 1- Introdução

Manguezal é um ecossistema constituído por uma vegetação predominantemente lenhosa e arbórea, capaz de ocupar sedimentos areno-lodosos, pouco consolidados, com baixo teor de oxigênio e ricos em matéria orgânica. Florenzano (2002) relata que esta vegetação é particular de áreas litorâneas, periodicamente alagadas pelas águas de rios e marés, e adaptada às condições de “stress” salino a que são submetidas. Os manguezais ocorrem nas regiões quentes do planeta, entre 25°N e 25°S, geralmente associados à desembocadura de rios.

As florestas de mangue possuem localização restrita à faixa entre-marés e constituem pontos de ligação entre os ambientes marinho e terrestre, fornecendo refúgio natural para diversas espécies de animais marinhos durante os primeiros estágios de vida, devido à proteção que a estrutura radicular dos mangues fornece contra a ação de predadores. Schaeffer-Novelli (1995) enfatiza que a maior parte do pescado capturado nas áreas litorâneas tropicais (sardinhas, anchovas, bagres, linguados, tainhas, camarões, siris e caranguejos) depende intimamente da integridade desses ecossistemas para proteção durante sua fase jovem e em época de postura, de forma que, por exemplo, pode-se encontrar uma correlação significativa entre o rendimento comercial da pesca de camarão, por hectare de manguezais e de bancos de gramíneas marinhas, com a latitude.

Já Kannan et al. (1998) vai mais além, ao dizer que os manguezais são os mais importantes ecossistemas costeiros do mundo em termos de produtividade primária e proteção

costeira. Os manguezais fornecem às águas costeiras grandes quantidades de detritos orgânicos que servem de base às cadeias alimentares; protegem a linha de costa e a margem dos estuários contra a erosão; protegem as áreas ribeirinhas contra as enchentes; servem de refúgio para várias espécies animais ameaçadas de extinção como aves marinhas, répteis e mamíferos; geram recursos naturais primários para as populações locais através da exploração de sua fauna e de sua flora (Lacerda, 1984), produzindo por exemplo, vários produtos como: remédios, álcool, adoçantes, óleos e tanino, que em Vitória é um dos componentes principais para a confecção de panelas de barro, sendo essa uma das principais marcas da expressão cultural capixaba.

As áreas de manguezal coincidem com as áreas de maior interesse para as comunidades humanas, por serem áreas proveitosas do ponto de vista econômico, culminando, muitas vezes, na destruição desses ecossistemas, conforme pode ser observado na cidade de Vitória (ES), o que foi constatado por Carmo et al. (1995). De mais a mais, com o advento da indústria petrolífera, sua região portuária está sujeita, como qualquer outra, a acidentes envolvendo óleo, o que gera uma demanda pela identificação dos ambientes que prioritariamente devem ser protegidos, onde devem ser aplicados ou concentrados esforços em casos acidentais/emergenciais. O manguezal é considerado o ambiente mais sensível ao derramamento de óleo pois, de acordo com a classificação mundial utilizada pelos ecologistas (Índice de Sensibilidade Ambiental ou ISA), de 1 a 10 níveis e A a D sub-níveis em ordem crescente de sensibilidade, tem-se o mangue classificado como 10-D.

Informação é crucial para monitorar o estado de conservação de áreas de manguezal. No entanto, a coleta de dados nessas áreas é extremamente difícil e dispendiosa. Por essa razão, concordamos com Mann (2000) quando considera que o sensoriamento remoto constitui-se uma valiosa ferramenta na avaliação da extensão e da qualidade das florestas de mangue. Os manguezais tem sido estudados por meio de sensoriamento remoto, e várias técnicas de processamento vem sendo implementadas, no intuito de destacar as áreas de mangue em imagens de satélite: quer se utilizando dos sensores que operam na faixa de frequência do espectro eletromagnético denominada de visível, utilizando sua forma irregular, localização junto ao litoral e cor mais escura que a dos demais tipos de vegetação, devido à influência da água existente nesses ambientes; quer se utilizando da faixa que compreende a frequência do infravermelho, utilizando-se das propriedades da água nesta faixa do espectro que se apresenta mais fria do que seu entorno pela manhã e mais quente que seu entorno pela tarde, ao absorver os raios solares.

## **2 - Material e Métodos**

Para fazer a análise do mangue na região da Baía de Vitória foi utilizada uma imagem do satélite CBERS 2, nas bandas espectrais 2, 3 e 4, com resolução espacial de 20m, de 11 de março de 2004. Segundo Baban (1997) e Green et al. (1998) as imagens provenientes do satélite Landsat têm sido eficazes no mapeamento temporal e nas variações espaciais de indicadores ambientais dentro de grandes corpos d'água e, por isso, são mais comuns no sensoriamento remoto de mangues. Entretanto, as imagens adquiridas pelo satélite sino-brasileiro CBERS 2 foram exploradas por Kampel e Amaral (2004), como uma fonte alternativa para auxiliar o mapeamento e monitoramento de áreas de manguezais na costa nordeste do Brasil.

O programa para tratamento das imagens utilizado foi o ENVI 4.0.

As bandas 2, 3 e 4 foram recortadas conforme georreferenciamento proveniente das imagens CBERS 2 e janela de recorte dentro das seguintes coordenadas: latitude - 20° 6' 58,96'' S - 20° 18' 34,27''S; longitude - 40° 29'8,13'' O - 40° 15'21,2'' O em projeção

UTM<sup>1</sup>, Zona 24 Sul<sup>2</sup>, Datum SAD-69/Brasil<sup>3</sup>, totalizando uma área de 25652 Km<sup>2</sup> abrangendo o mangue presente nos municípios de Vitória, Serra e Cariacica (região da Grande Vitória).

Realizou-se um georreferenciamento em ajuste grosso através de Carta Topográfica de Mapeamento Sistemático do IBGE de Vitória digitalizada, 1:50000 (arquivo de Hidrografia) e logo após, um ajuste fino usando arquivo gráfico gerado por Rigo (2001), segundo a seguinte metodologia:

*“As fotos aéreas para desenvolvimento dos trabalhos foram obtidas da Maplan Aerolevantamentos, depositária dos negativos de um vôo realizado em 1997 para o Serviço de Patrimônio da União e que cobriu toda a área de canais e manguezais no entorno da Ilha de Vitória. A imagem de satélite foi adquirida do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, que comercializa as imagens LANDSAT no país. Primeiramente foi adquirido um “Quick Look” em fita VHS, com várias imagens em formato condensado, para escolha da imagem da região estudada que não apresentasse nuvens. Após a escolha, foi adquirida uma imagem de 09/09/97, que foi utilizada para auxiliar na identificação das áreas de manguezal.”*

Em seguida, foram executadas diversas combinações de bandas e realces com o propósito de se obter a melhor discriminação visual possível de mangue. As combinações se basearam no estudo de Green et al. (1998) que realizaram um levantamento bibliográfico sobre técnicas de sensoriamento remoto para mapeamento de mangue.

Este estudo envolveu:

- Seis tipos de sensores remotos: SPOT XS, MK6, Kate-140, Landsat TM, Landsat MSS, CASI;
- Cinco métodos de processamento de imagem: Interpretação visual, Índice de vegetação, Classificação não-supervisionada, Classificação supervisionada e análise dos Componentes Principais com razão de bandas;
- Vinte e cinco trabalhos com os seguintes níveis de discriminação: 10 trabalhos usaram apenas 2 classes (mangue e não-mangue), 6 trabalhos usaram 4 classes, 3 trabalhos usaram 3 classes, 2 trabalhos usaram 5 classes, 2 trabalhos usaram 6 classes, 1 trabalho usou 7 classes e 1 trabalho usou 10 classes.

E concluiu que o melhor sensor/método para discriminação de mangue foi o Landsat TM/Análise dos Componentes Principais com razão de bandas e classificação supervisionada.

A Análise dos Componentes Principais (PCA) é uma técnica utilizada para remover ou reduzir a redundância dos dados multiespectrais, onde para um conjunto de bandas de imagem, é produzido um novo conjunto de imagens, conhecidas como componentes, que estão descorrelacionadas umas com as outras e que são ordenadas em termos da variância do conjunto de bandas original Rosa (2003). Apesar de haver perda das características espectrais originais, esta técnica é importante na redução da dimensionalidade dos dados e, em alguns casos as imagens resultantes podem apresentar um melhor poder de discriminação visual.

A razão de bandas consiste na divisão do valor digital dos pixels de uma banda pelos seus valores correspondentes em outra banda. Ainda que perca as características espaciais da cena, esta técnica enfatiza a separação dos alvos com comportamentos de gradiente diferente nas curvas de reflectância.

A classificação supervisionada envolve um procedimento de determinar regiões de interesse na imagem de acordo com o conhecimento a priori das classes por um analista

---

<sup>1</sup> Projeção Universal Transversa Mercator, usada para definir posições horizontais mundialmente dividindo a superfície da Terra em zonas de 6 graus.

<sup>2</sup> Cada Zona é mapeada pela Projeção UTM com um meridiano central no centro da Zona. Para a área utilizada neste trabalho a Zona é a 24 Sul.

<sup>3</sup> Datum Geodésico define o tamanho e forma da Terra e a origem e orientação do sistema de coordenadas usado para mapear a Terra. Para a área do trabalho é usado o SAD-69: South American Datum de 1969.

especializado, a fim de oferecer ao algoritmo de processamento de imagem informações estatísticas usadas para definição das classes definidas para toda a imagem.

Como em seu artigo Green et al. (1998) utilizaram o método citado também para o satélite SPOT, fazendo uma conversão de bandas Landsat TM-SPOT, dessa forma, no presente trabalho realizou-se uma conversão de bandas SPOT-CBERS 2 (Tabela 1) para a utilização do melhor método identificado.

SPOT	CBERS 2	Denominação	Utilização potencial
Banda 1 (0,50-0,59 $\mu\text{m}$ )	Banda 2 (0,52-0,59 $\mu\text{m}$ )	Verde	Mapeamento de vegetação, qualidade da água
Banda 2 (0,61-0,68 $\mu\text{m}$ )	Banda 3 (0,63-0,69 $\mu\text{m}$ )	Vermelho	Absorção da clorofila, diferenciação de espécies vegetais, áreas urbanas, uso do solo, agricultura, qualidade da água
Banda 3 (0,78-0,89 $\mu\text{m}$ )	Banda 4 (0,77-0,89 $\mu\text{m}$ )	Infra-vermelho próximo	Delineamento de corpos d'água, mapeamento geomorfológico e geológico, áreas de queimadas, áreas úmidas, agricultura e vegetação

Deste modo, a transformação de Componentes Principais foi calculada tendo como entrada as seguintes bandas do CBERS 2: banda 2, banda 3, banda 4, razão entre bandas 3/4 e razão entre bandas 4/2. O resultado obtido foi a combinação 4/PC1/PC2 em RGB <sup>4</sup> adaptando a metodologia de Green et al. (1998) para as imagens CBERS 2.

Após esse procedimento foram testados vários tipos de realce de imagem. O melhor realce para a discriminação das áreas de mangue foi a equalização de histograma. A equalização de histograma é uma operação onde o histograma da imagem é ajustado de modo que todos os níveis de cinza possuam aproximadamente a mesma densidade de probabilidade.

Posteriormente ao realce desta imagem, através de um conhecimento prévio da área, selecionaram-se diversas regiões de interesse (ROI's) nas áreas de mangue. A imagem foi então classificada pelo método supervisionado denominado Máxima Verossimilhança, em duas classes: mangue (verde) e não-mangue (preto), ajustando-se de acordo com o conhecimento da região, manualmente (classificação supervisionada).

O classificador por Máxima Verossimilhança delinea contornos elipsoidais de "equiprobabilidade", supondo que a probabilidade do valor de um pixel pertencer a uma classe é uma função de densidade de probabilidade Gaussiana (normalmente distribuída). Com esta suposição, o computador atribui a classe de maior probabilidade a um pixel desconhecido.

Como verdade da campo utilizou-se o arquivo gráfico de Rigo (2001) sobrepondo-o sobre a imagem gerada.

<sup>4</sup> RGB – canhão do monitor nas cores vermelha (R), verde (G) e azul (B).

### 3 - Resultados

A Figura 1 mostra as bandas CBERS 2, as razão de bandas e as duas primeiras componentes principais utilizadas no processamento, a Figura 2 mostra a imagem final composta por 4/PC1/PC2 em RGB com realce de equalização de histograma e arquivo gráfico de Rigo (2001) sobreposto. A Figura 3 mostra a imagem resultante da classificação supervisionada pelo método de Máxima Verossimilhança aplicada à imagem da figura 2 com arquivo gráfico de Rigo (2001) sobreposto.

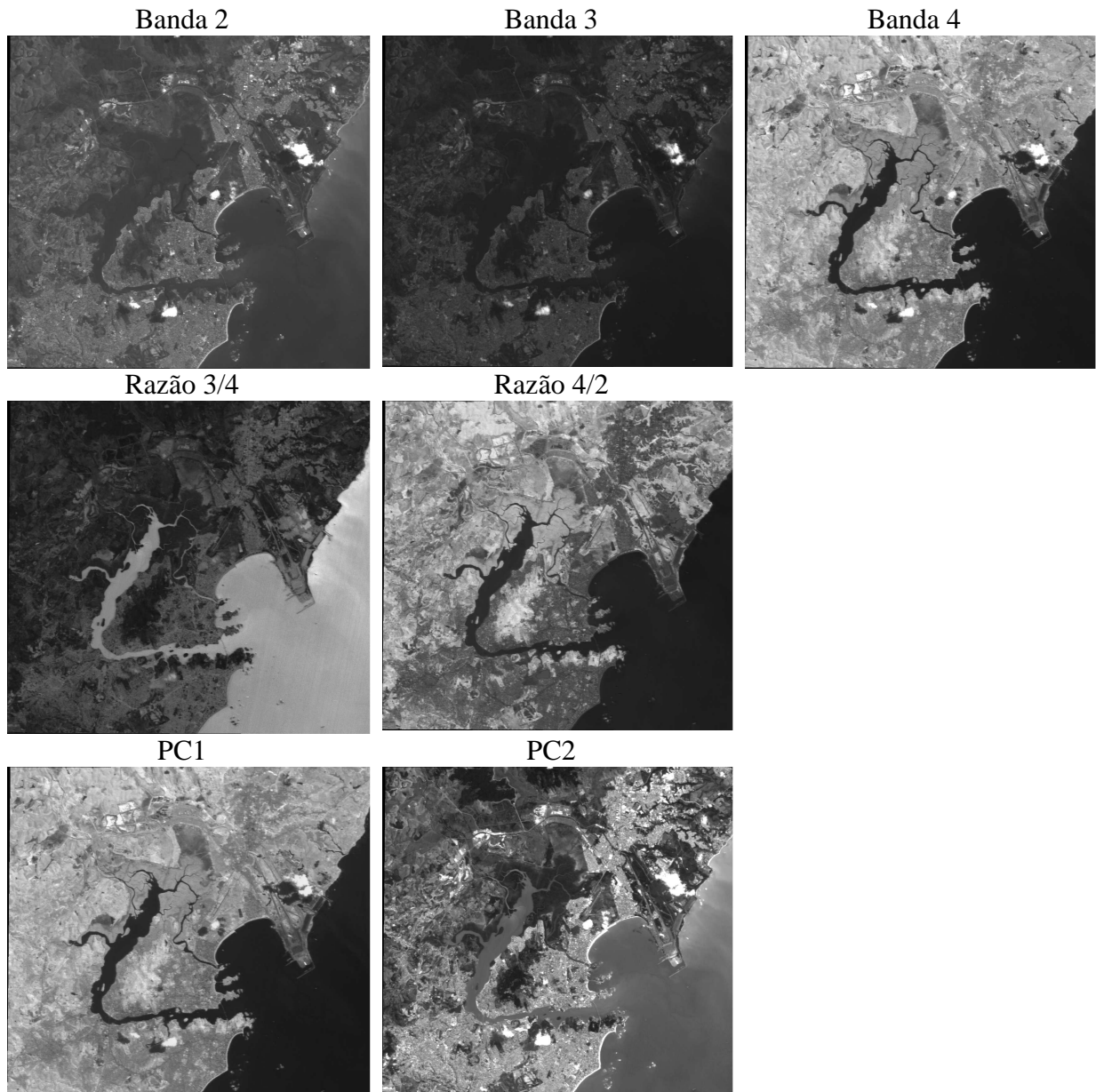


Figura 1 - Bandas CBERS usadas no processamento

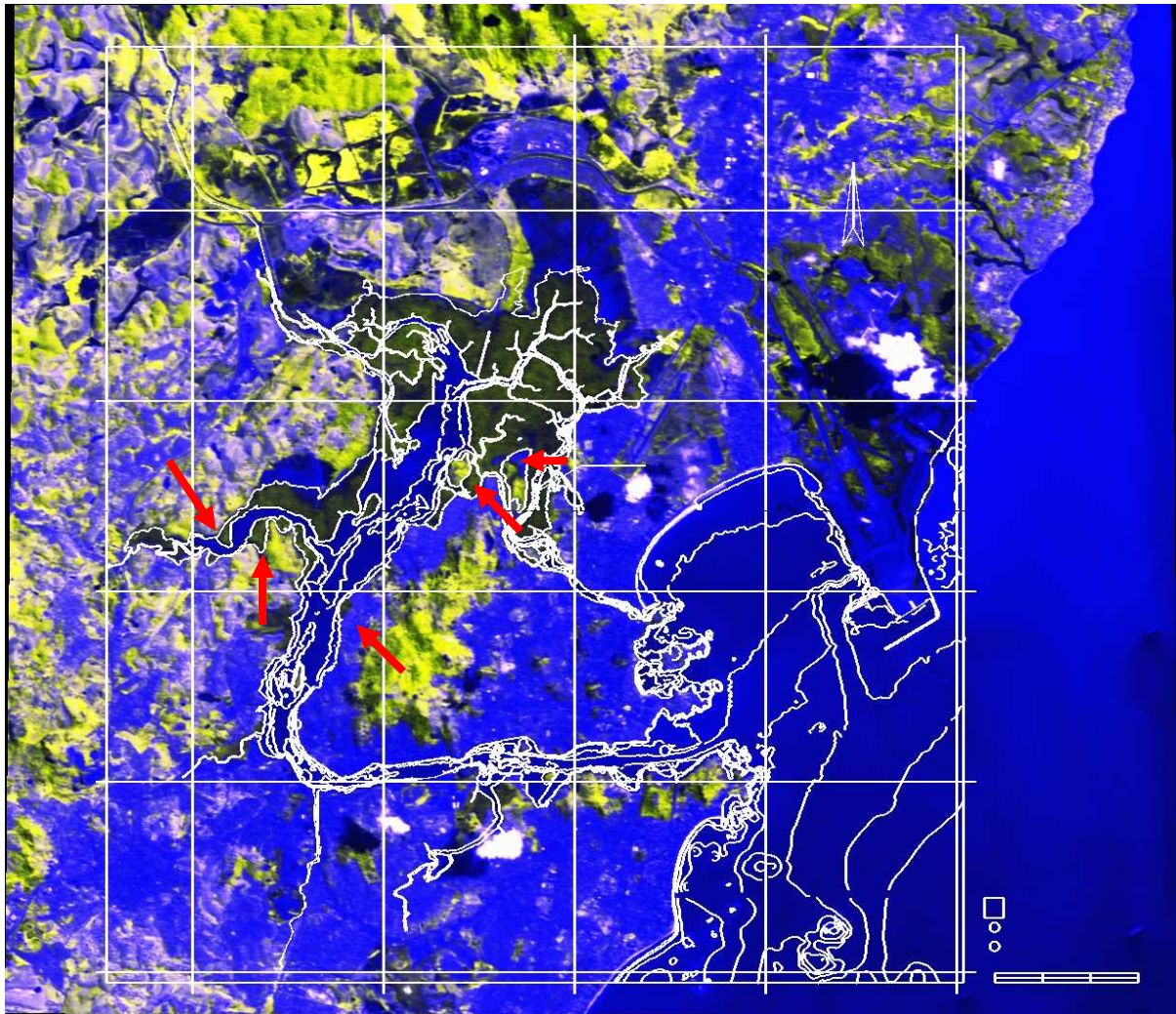


Figura 2 - Imagem final composta por 4/PC1/PC2 em RGB com realce de equalização de histograma e arquivo gráfico de Rigo (2001) sobreposto. As setas vermelhas mostram regiões corretamente classificadas como mangue embora sejam semelhantes à vegetação no entorno.

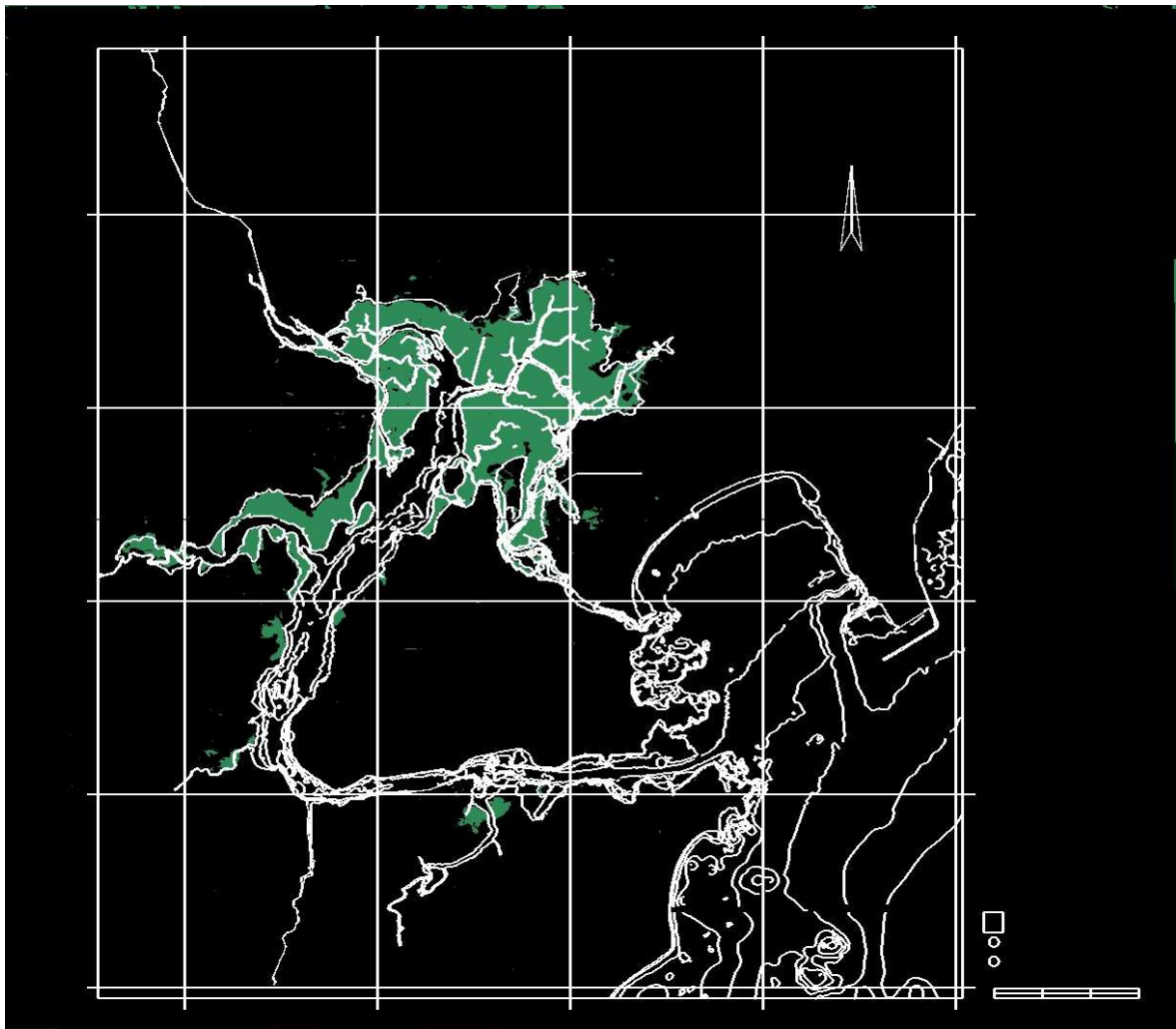


Figura 3 - Imagem resultante da classificação supervisionada pelo método de Máxima Verossimilhança aplicada à imagem da figura 2 com arquivo gráfico de Rigo (2001) sobreposto.

#### 4 - Discussão/Conclusões

O presente trabalho se propôs a analisar a aplicabilidade do método de Green et al. (1998) para o mapeamento do manguezal presente na região da Baía de Vitória

O método de Green et al. (1998) mostrou-se muito eficiente, conforme mostrado na Figura 2.

Na classificação realizada inicialmente, utilizando a Máxima Verossimilhança, houveram algumas pequenas áreas classificadas erroneamente como mangue devido à forte semelhança espectral. Estas áreas se concentraram no Maciço Central, na área úmida no sopé do Mestre Álvaro, ao norte da região de apicum e na área da CST. Este problema foi resolvido com análise visual englobando conhecimento da região e utilização de classificação supervisionada.

Para a aferição da área estudada utilizou-se o trabalho de Rigo (2001), no entanto a aferição se deu apenas no âmbito qualitativo.

O mapeamento final foi mais completo do que o apresentado em Rigo (2001), sendo possível inclusive detectar as pequenas áreas de mangue dos rios Aribiri, Marinho e Itanguá. As imagens CBERS apresentaram-se como uma ótima alternativa pela qualidade das imagens

e pela redução de custo, facilidade de aquisição unido a um processamento adequado e específico para determinação de áreas de manguezais, acompanhado de uma análise visual por especialista com conhecimento a priori da região.

## 5 - Bibliografia

Baban, S. M. J.; "Environmental Monitoring of Estuaries; Estimating and Mapping Various Environmental Indicators in Breydon Water Estuary, U. K., Using Landsat TM Imagery", **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.44 p. 589-598, 1997.

Carmo, M. S. et al.; "Os manguezais da Baía norte de Vitória, Espírito Santo: um ecossistema ameaçado", **Revista Brasileira de Biologia**, 55 (4), p. 801-818, 1995.

Florenzano, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**, São Paulo: Oficina de textos, 2002, 97 p.

Green, E. P. et al.; "Remote Sensing techniques for mangrove mapping", **International Journal of Remote Sensing**, v.19, no. 5, p. 935-956, 1998.

Kampel, M. Amaral, S.; "Imagens CCD/CBERS como alternativa para o monitoramento de ecossistemas costeiros: manguezais no Nordeste do Brasil", 2004.

[http://www.obt.inpe.br/cbers/cbers\\_XIISBSR/408\\_KAS\\_XIISBSR\\_Final.pdf](http://www.obt.inpe.br/cbers/cbers_XIISBSR/408_KAS_XIISBSR_Final.pdf). Acesso em: 31/07/05.

Kannan, T. T., Kumar, A., Duraisamy, A., "Remote Sensing for Mangrove Forest Management", CAS in Marine Biology, Annamalai University, 1998,  
<http://www.gisdevelopment.net/application/environment/wetland/envwm0002.htm>. Acesso: 31/7/2005.

Lacerda, L.D. Manguezais: Florestas de Beira Mar. **Ciência Hoje**. vol.3, nº13, p. 63-70, 1984.

Mann, K. H. **Ecology of costal waters with implications for management**, Ed. Blackwell Science, 2ª edição, , 2000, 406 p.

Rigo, D.; Levantamento topo-batimétrico dos manguezais e canais da Baía de Vitória, Projeto Integrado de Pesquisa FACITEC – PMV, 2001.

Rosa R.; **Introdução ao sensoriamento remoto**, ed. Edufu, 5ª edição, 2003, 228p.

Schaeffer-Novelli, Y. **Manguezal ecossistema entre a terra e o mar**, Ed. Caribbean Ecological Research, 1ª edição, 1995, 64p.