

# DETECÇÃO DE CORAIS DO COMPLEXO RECIFAL DE ABROLHOS UTILIZANDO IMAGEM CCD/CBERS 2

<sup>1</sup>Enner de Alcântara; <sup>1</sup>Mariana Altenburg Soppa; <sup>1</sup>Pablo Santos

<sup>1</sup>Divisão de Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE  
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil  
{enner, mariana, santos}@dsr.inpe.br

## Resumo

Os corais são responsáveis pela realização de diversos serviços ecológicos, sendo a identificação deste ecossistema o ponto de partida para estudos mais avançados sobre sua dinâmica. Na identificação deste ecossistema via dados orbitais, a imagem CDD/CBERS 2 mostrou-se eficaz na identificação dos bancos de corais na Região Extremo Sul da Bahia. Em relação ao estudo tomado como referência, cerca de 97,9% da área de corais não-submersos foi detectada, e aproximadamente 56,9% dos corais submersos foram identificados. Visto a eficiência da base utilizada, esta pode ser uma potencialidade para incentivo de estudos desta natureza, levando em consideração a sua gratuidade de distribuição.

## 1. Introdução

O desenvolvimento da tecnologia de sensores remotos trouxe para a Oceanografia a possibilidade de se fazer medições de grandes extensões no oceano, com alta repetitividade e alto grau de detalhamento, gerando informações quase instantaneamente. Também o aperfeiçoamento da técnica ao longo dos anos possibilitou com que cada vez mais áreas e alvos pudessem ser estudados com acurácia por meio dos sensores remotos.

Sistemas aquáticos caracterizam-se por responderem a mecanismos de ordem natural ou antrópica (poluição) de forma dinâmica e intensa (Lorenzetti et al., 2005). Os corais não fogem a este problema. Por viverem sob condições de estresse elevando pequenas alterações no meio em que vivem provocam rápidas alterações nos organismos, por isso são considerados indicadores biológicos.

Há diversas estimativas relacionadas à sobrevivência dos corais. Segundo Wilkinson (2000), nos próximos 30 anos cerca de metade das áreas existentes de recifes de corais não mais existirão. Lesser (2004) acredita que cerca de 40 a 60% dos recifes no mundo deixarão de existir em 50 anos, se medidas eficazes contra os agentes impactantes não forem tomadas. Praticamente todas as causas de degradação dos recifes de corais têm origem antropogênica. As mais frequentes são:

- Poluição das águas → o aumento de nutrientes provenientes dos esgotos não tratados e dos fertilizantes utilizados na agricultura pode levar à proliferação de algas nocivas aos corais.
- Desmatamento → áreas desmatadas estão mais suscetíveis à ação do intemperismo físico, assim mais sedimentos são carregados para as águas contribuindo para o aumento da turbidez e conseqüentemente diminuição de luz na coluna da água.
- Turismo marinho → os recifes de corais são muito atrativos por sua beleza cênica. A atividade turística não controlada pode causar danos ao habitat devido ao elevado número de pessoas produzindo lixo, barcos ancorando nos recifes assim como também pessoas levando corais como “recordações”.
- Pesca → algumas atividades pesqueiras são extremamente prejudiciais à fauna marinha. A pesca de arrasto é uma técnica de pesca que utiliza redes, que como o nome já diz, arrastam-se pelo fundo arrancando todo o substrato presente. Outra atividade de pesca destrutiva utiliza bombas de dinamite com o intuito de matar os peixes de fundo e trazê-los a superfície; extinguindo toda a fauna e flora presente.

A importância atribuída aos recifes deve-se ao fato dos esqueletos coralinos, por serem uma estrutura complexa, formarem um substrato no quais outros corais, esponjas e algas se fixam atraindo grande variedade de organismos. Assim como servem de alimento, os recifes servem também para a proteção da linha de costa, evitando erosões decorrentes de fortes tempestades. Esse rico ecossistema gerou ao longo dos milhares de anos uma enorme riqueza de espécies, semelhante às florestas tropicais. Ainda é válido lembrar que estes organismos marinhos são a base econômica para cerca de 100 milhões de pessoas (Lubin, 2004) ao redor do planeta.

Muitas vezes estes organismos marinhos colonizam lugares distantes da costa tornando as pesquisas demasiadamente dispendiosas em relação a tempo e dinheiro. No momento, muitas pesquisas utilizando técnicas de sensoriamento remoto estão sendo realizadas com a finalidade de monitorar os recifes de corais (Lubin et al, 2000, Hochberg et al. 2002, Andréfouet et al. 2004, Ninaswat e Tripathi, 2003).

A distribuição de dados orbitais gratuitos com média resolução espacial, como a exemplo do Satélite Sino-brasileiro CBERS 2 tem intensificado e viabilizado pesquisas de levantamento de recursos naturais com baixo custo. Neste contexto, estudos no que diz respeito ao monitoramento dos recifes de corais, a iniciar pela identificação espacial destas formações, passam a ser cada vez mais executados, formando uma base sólida para o acompanhamento contínuo da dinâmica ocorrente a esse ecossistema.

Entretanto é importante mencionar a capacidade de extração de informações destes dados orbitais. Neste sentido, este trabalho tem o intuito de avaliar a capacidade da imagem CCD/CBERS 2 para a detecção dos corais do complexo recifal de Abrolhos.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudo**

A área em estudo está localizada no complexo recifal de Abrolhos, na região sul do estado da Bahia (Figura 01), próximo ao município de Caravelas. Anexo à área localiza-se o Parque Nacional Marinho de Abrolhos, a primeira Unidade de Conservação criada nesta categoria para um ecossistema marinho (decreto 88.218 de 06/04/1983).



Figura 01 – Localização da área de estudo.

O complexo recifal de Abrolhos é composto por um grupo ilhas vulcânicas, com a estrutura dos bancos de corais sendo constituída basicamente por corais maciços em formas conhecidas como chapeirões.

Outro fator importante para a proteção do complexo recifal de Abrolhos deve-se ao fato da Agência Nacional do Petróleo (ANP) ter concedido recentemente 243 blocos de exploração de petróleo, adjacentes ao Parque, tornando extremamente necessário uma avaliação ambiental para o local, já que existe a possibilidade de que algum acidente envolvendo derrame de petróleo ocorra.

Utilizando apenas uma cena da câmera CCD abordo do satélite CBERS 2 foi possível estudar 5 bancos de corais: Parcel das Paredes, Pedra Grande, Recife Sebastião Gomes; Recife Coroa Vermelha e Recife Viçosa.

## **2.2 Procedimentos metodológicos**

Para a realização deste estudo utilizamos a imagem do sensor CCD do satélite CBERS 2, órbita/ponto 148/120 de 18/07/2005, bandas 1,2,3,4; com uma resolução espacial de 20 metros. Para a avaliação da eficácia da imagem CCD/CBERS 2 utilizou-se como referência o mapeamento realizado para a preparação do Atlas dos Recifes de Coral nas Unidades de Conservação Brasileiras (Prates, 2003).

Neste trabalho foram mapeadas 9 unidades de conservação brasileiras onde há existência de ár corais, por meio de imagens do sensor Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM+ e do HRV SPOT. Foram elaboradas composições coloridas das bandas 3,2,1, respectivamente alocadas nos canais vermelho, verde e azul. O procedimento continuou com a aplicação de restauração nas imagens para reduzir o efeito de borramento resultante do processo de geração das imagens. Em seguida foi feita filtragem com um filtro semelhante a um passa-baixa do tipo média para a eliminação de ruídos inseridos também durante o processo de geração da imagem. Por último fez-se o mapeamento dos corais por interpretação visual e saídas à campo para melhor detalhamento e conferência dos dados gerados.

Para a realização do presente trabalho inicialmente a cena foi registrada utilizando o software ERDAS 8.4 e logo após foi aplicada à correção atmosférica utilizando o software 5S, sendo o resultado gerado uma imagem em reflectância de superfície. Os demais procedimentos foram realizados no software ENVI.

Como o objetivo era mapear os corais, os quais são percebidos na imagem devido as suas bordas, foram aplicados apenas filtros passa-altas, para a o realce destas altas frequências. Os filtros testados foram Sobel, Roberts, Direcional e Laplaciano.

Com o mesmo objetivo foi aplicada a transformação por componentes principais nas bandas 1 a 4. Esta é uma técnica de realce com o intuito de reduzir ou remover a redundância espectral. Esta transformação gerou 4 novas bandas com informações descorrelacionadas.

Em seguida adicionou-se o filtro Sobel às bandas referentes às componentes principais e às bandas da imagem de reflectância de superfície separadamente. De maneira geral, a operação de adição é utilizada para realçar similaridades existentes entre duas bandas.

Geralmente os corais estão associados a diferentes tipos de vegetação aquática. Desta forma, com a finalidade de separar os corais da água do mar, foi testada também a razão chamada NDWI (Normalized Difference Water Index).

Todos os procedimentos podem ser acompanhados no fluxograma da metodologia seguida neste trabalho (Figura 02).

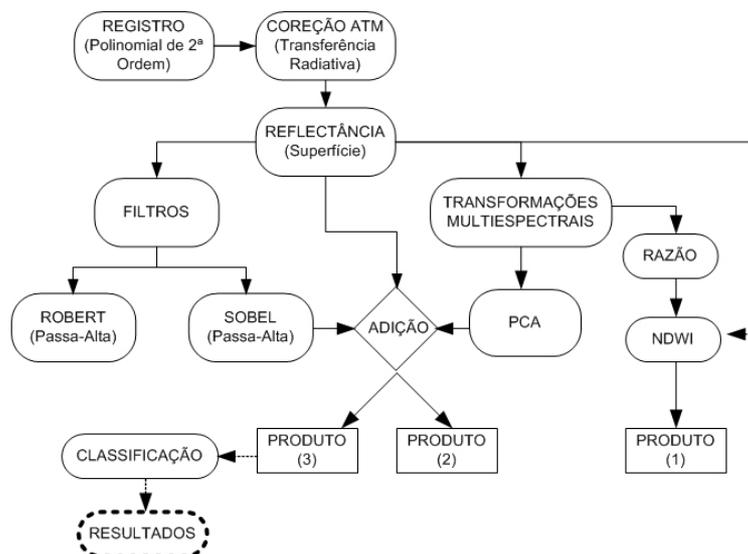


Figura 02: Fluxograma da metodologia seguida neste trabalho.

### 3. RESULTADOS

Primeiramente a composição colorida escolhida para a comparação dos dados excluiu a banda 1 pois esta banda apresentou a maior quantidade de ruídos, os quais atrapalhavam a interpretação da imagem.

Dentre os filtros testados o que apresentou melhores resultados foi o Sobel, por realçar muito bem as bordas dos corais e por conseguir distinguir o coral emerso do submerso (Figura 03). O filtro Roberts mostrou-se parecido ao Sobel, contudo apresentava ainda um alto nível de ruído ao fundo, causando confusão para a detecção dos corais submersos. O filtro direcional também apresentou um bom detalhamento das bordas, porém com muito ruído em toda a imagem, já o Laplaciano foi o que menos ressaltou as informações provenientes dos limites dos corais.

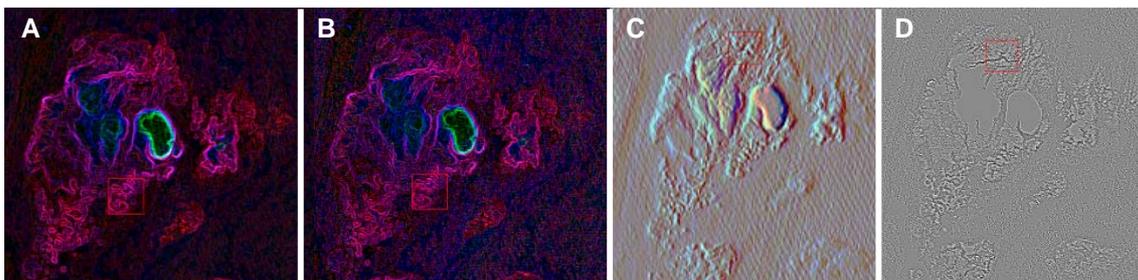


Figura 03: Filtros aplicados: Sobel (A), Roberts (B), Direcional (C) e Laplaciano (D).

Após a escolha do melhor filtro foi testada a razão NDWI, gerando o primeiro produto, entretanto não apresentou resultados satisfatórios relacionados aos corais submersos. A seguir foi realizada a transformação por componentes principais sendo que as bandas resultantes foram somadas às geradas pelo filtro Sobel para um maior realce das feições de alta frequência, gerando desta forma o segundo produto.

Como o filtro Sobel realçava apenas as bordas, dificultando a interpretação visual por não apresentar os corais preenchidos, somou-se as bandas realçadas por este filtro às bandas de reflectância de superfície, sendo este o melhor resultado dentre todos, o terceiro resultado, pois foi o que melhor destacou os recifes emersos e principalmente os submersos (Figura 04).

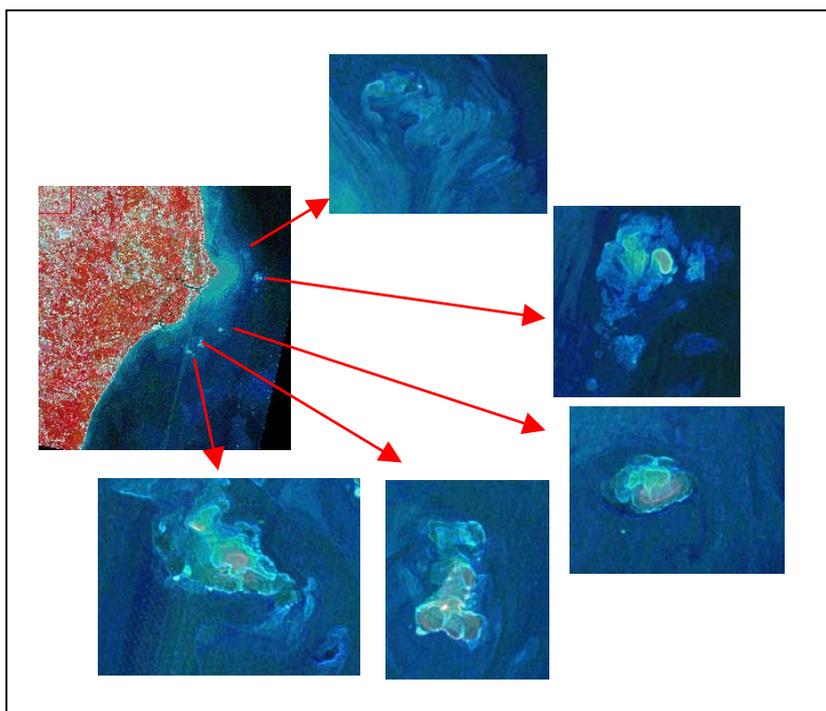


Figura 04: Adição do filtro Sobel com as bandas originais. Composição: 432.

Com este resultado, gerou-se um mapa temático, com duas classes: corais submersos e não-submersos (Figura 05). O mapeamento foi resultado apenas de interpretação visual.

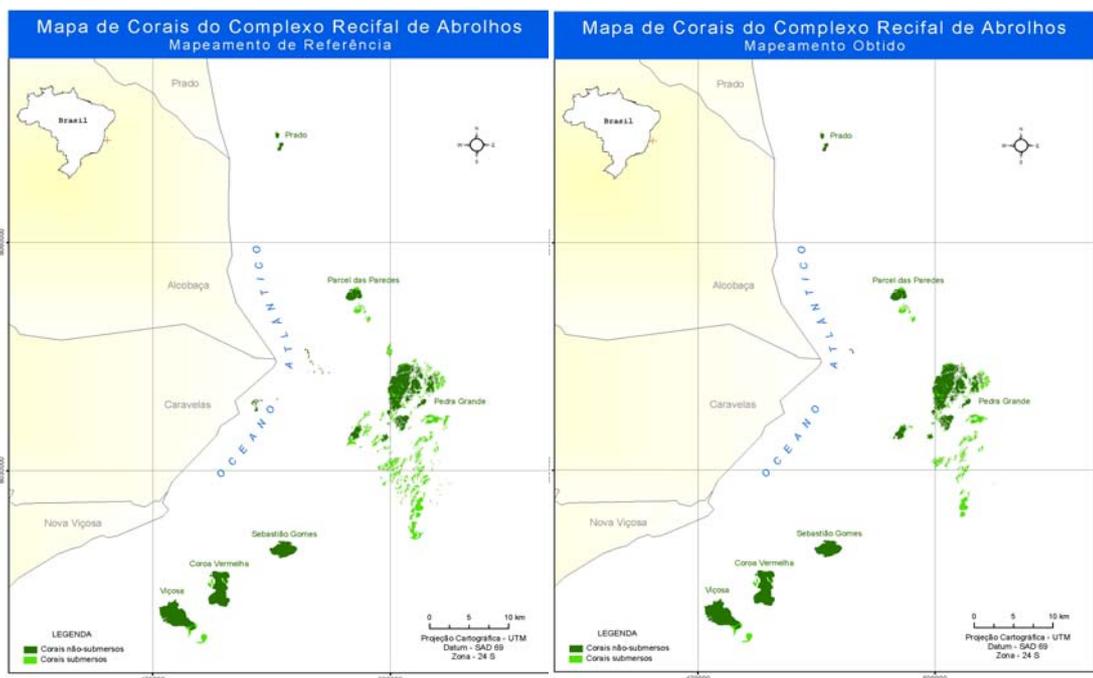


Figura 05: Mapa temático comparativo: mapa de referência à esquerda e mapa obtido à direita.

Como podemos perceber no geral não há grandes diferenças entre ambos os mapeamentos se considerarmos os corais não-submersos. A maior alteração pode ser encontrada na região do recife Pedra Grande, onde os corais submersos não foram quase detectados. Próximo à costa também não houve um bom mapeamento dos corais, isto pode estar relacionado com a elevada concentração de material em suspensão proveniente dos rios no dia em que a cena foi adquirida.

Para comparação dos dados com o mapa referência (Prates, 2003) realizou-se uma estatística descritiva (Figura 06).

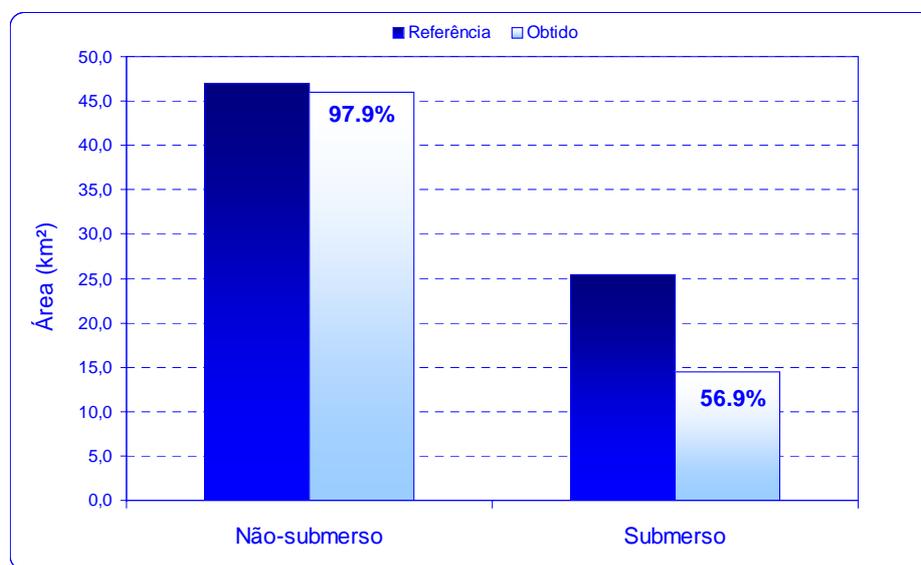


Figura 06: Estatística descritiva comparativa da referência com o obtido.

Como podemos observar na figura acima, a imagem CDD/CBERS 2 mostrou-se eficaz na detecção de corais emersos. Em relação ao estudo tomado como referência, cerca de 97,9% da área de corais não-submersos foi detectada neste estudo. Já em relação aos corais submersos aproximadamente 56,9% foram mapeados.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do problema com os *arrays* dos detectores, a imagem CCD/CBERS 2 detectou com eficiência os corais não-submersos. Talvez as condições do sistema (turbidez) não favoreceram a detecção tão satisfatória dos corais submersos e dos demais corais emersos mais próximos à costa. Dentre os procedimentos testados o melhor resultado foi obtido com a adição do filtro Sobel à imagem de reflectância de superfície. É válido

lembrar que a gratuidade dos dados orbitais (CBERS) favorece a aplicação e descoberta de novas metodologias para a detecção de corais no litoral brasileiro.

## **5. REFERÊNCIAS**

Andréfouet, S.; Muller-Karger, F. E.; Hochberg, E. J.; Hu, C.; Carder, K.L. Change detection in shallow coral reef environments using Landsat 7 ETM+ data. *Remote Sensing of Environment*. Vol. 78, pág. 150– 162, 2001.

Fonseca, L. M. G. Processamento digital de imagens. Apostila do curso de pós graduação em Sensoriamento Remoto INPE. 2000.

Hochberg, E. J.; Atkinson, M. J.; Andréfouet, S. Spectral reflectance of coral reef bottom-types worldwide and implications for coral reef remote sensing. *Remote Sensing of Environment*. Vol. 85, pág. 159– 173, 2003.

Leão, Z. M. A. N.; Kikuchi, R. K. P.; Testa, V. Corals and coral reefs of Brazil. In: Jorge Cortés (ed), *Latin American Corals Reefs*, Elsevier. 2003.

Lesser, M. P. Experimental biology of coral reef ecosystems. *Journal of experimental marine biology and ecology*. Vol. 300, pag. 217– 252. 2004.

Lorenzetti, J.A.; Stech, J.L.; Assireu, A.T.; Novo, E.M.L.; Lima, I.B.T. International Seminar on Green House Gas emissions in reservoirs. Rio de Janeiro, 8-12 agosto, 2005.

Lubin, D.; Li W.; Dusta, P.; Mazel, C. H. I, Stamnes, K. Spectral Signatures of Coral Reefs: Features from Space. *Remote Sensing of Environment*. Vol. 75, pág. 129– 137, 2000.

Mather, P. M. Computer processing of remotely-sensed images: an introduction. 2 ed. 1999.

Ninaswat, S.; Triphati, N. K. Mapping Coral Reefs of Phi Phi Island Using Remote Sensing and GIS for Integrated Coastal Zone Management. Part II Remote Sensing and

Geographic Information Systems (GIS) Applications for Sustainable Development. pág. 38– 43. 2003.

Prates, AP (2003). Atlas dos Recifes de Coral nas Unidades de Conservação Brasileiras, MMA/SBF, 180 p.

Wilkinson, C. (Ed.). Status of coral reefs of the world: 2000. Townsville, Queensland, Australia: Australian Institute of Marine Science, 2000, 363 pp.