

## **UTILIZAÇÃO DE ANÁLISE DE COMPONENTES INDEPENDENTES (ICA) PARA O MAPEAMENTO DE AMBIENTES CORALINOS COM BASE EM IMAGENS DE SENSORES REMOTOS ORBITAIS**

Antonio de Pádua de Miranda Henriques<sup>1</sup>; Adrião Duarte Dória Neto<sup>2</sup>; Ricardo Farias do Amaral<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Doutorando em Engenharia da Computação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - UFRN.  
e-mail: [padua@dimap.ufrn.br](mailto:padua@dimap.ufrn.br)

<sup>2</sup>D.Sc em Engenharia Elétrica INPT – França, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - UFRN.  
e-mail: [adriao@dca.ufrn.br](mailto:adriao@dca.ufrn.br)

<sup>3</sup>D.Sc. em Geologia, Programa de pós-graduação em geodinâmica e geofísica e Programa de pós-graduação em engenharia sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Fone: +55 84 2153808- ramal, 211. e-mail: [ric@ufrnet.br](mailto:ric@ufrnet.br)

### **RESUMO**

Este trabalho apresenta um estudo realizado no Baixo de Maracajaú, localizado na porção meridional da Área de Proteção Ambiental dos Recifes de Corais (APARC) no Rio Grande do Norte/Brasil, sobre a viabilidade da utilização da Análise de Componentes Independentes (ICA – Independent Component Analysis) como ferramenta para correção do efeito da coluna d'água e extração de informações latentes em ambientes coralinos. A avaliação dos resultados preliminares alcançados da aplicação da Análise de Componentes Independentes, particularmente do algoritmo fastICA, em uma imagem multiespectral Landsat ETM (Banda 1,2,3), revelaram feições subaquáticas, facilitando de forma significativa, a identificação e a extração de informações sobre a área de estudo.

### **ABSTRACT**

This work presents a study accomplished in the Baixo de Maracajaú, located in the southern portion of the Area of Environmental Protection of the Coral Reefs (APARC) at Rio Grande do Norte/Brazil. It study the viability of the use of Independent Component Analysis (ICA) as tool for correction of the effect of the water column and extraction of latent information in coralline environments. Evaluation of the reached preliminary results of the application of the Independent Component Analysis, particularly using the algorithm fastICA, in an multiespectral image Landsat ETM (Band 1,2,3), showed underwater features, facilitating the identification and the extraction of information related the study area.

Palavras-Chave: recifes de corais, sensoriamento remoto, ICA.

### **1. INTRODUÇÃO**

Em todo mundo se verifica o efeito negativo do crescimento vertiginoso da população, a industrialização e o turismo sobre os ambientes litorâneos. No Brasil destaca-se, entre os vários problemas enfrentados em ambientes costeiros, a situação crítica relacionada aos ecossistemas de recifes de corais, únicos no Atlântico Sul. Com o objetivo de apoiar uma política de gerenciamento integrado, base para o desenvolvimento sustentável, o mapeamento das áreas dos recifes de corais é apresentado como uma das principais ações necessárias a implantação desta política.

Atualmente, o estudo e mapeamento de recifes de corais envolvem, direta ou indiretamente, a utilização de imagens de sensores remotos orbitais. A utilização das técnicas de processamento digital de imagens de sensoriamento remoto, em produtos de sensores orbitais, para o mapeamento e estudo de ambientes coralinos teve seu início na década de 70 com o lançamento dos primeiros satélites com sensores apropriados e atualmente já é possível à utilização de imagens de alta resolução espacial (NOVO, 1992).

Um dos desafios enfrentados no mapeamento de ambientes costeiros subaquáticos a partir de imagens de sensores remotos orbitais está relacionado à necessidade de compensação dos efeitos provenientes da coluna d'água, que degrada o sinal recebido pelo sensor orbital. Por se tratar de um problema complexo, por envolver a modelagem dos processos de espalhamento e absorção da energia eletromagnética, algumas técnicas que envolvem utilização de filtros são propostas para correção deste efeito.

A cada dia são desenvolvidas novas técnicas que facilitem a extração de informações de imagens de sensoriamento remoto. Recentemente, a Análise de Componentes Principais, uma das ferramentas estatísticas mais utilizadas dentro da Análise Multivariada de dados, tem sido aplicada em imagens multiespectrais, alcançando excelentes resultados no monitoramento ambiental e na redução dos efeitos atmosféricos.

Uma outra poderosa ferramenta, recentemente proposta, dentro da Análise Multivariada, denominada Análise de Componentes Independentes, tem sido bastante utilizada no processamento de sinais biomédicos e separação de sinais em telecomunicação (HYVÄRINEN AND OJA, 1999). Porém a aplicação da Análise de Componentes Independentes, considerada por Haykin (2001) como uma extensão da Análise de Componentes Principais, como uma ferramenta para o processamento de imagens de sensoriamento remoto ainda é bastante incipiente.

Os excelentes resultados alcançados na separação cega de imagens, isto é, separação e recuperação das imagens originais com base apenas nas informações observadas após a mistura das diversas Imagens (componentes), apresentado em Jung (2002), leva a suposição de que a Análise de Componentes Independentes poderia ser uma excelente ferramenta para extração das informações latentes em imagens de sensoriamento remoto, degradadas pela ação dos efeitos de absorção e dispersão da energia eletromagnética recebida pelos sensores orbitais e sub-orbitais, desde que as imagens

provenientes dos alvos avaliados e o ruído agregado fossem considerados provenientes de fontes independentes.

## 2. ÁREA DE TRABALHO

A área de trabalho deste projeto está na porção meridional da APARC-RN, com seus limites norte e sul, ao longo da linha de costa, no sistema de coordenadas UTM com meridiano central 33° como referência são: 9.410.000 m e 9.400.000 m N e 255.000 e 240.000 m L. Definindo uma área subaquática com uma profundidade máxima de cerca de 20 metros e a linha de costa dos municípios de Maxaranguape e Rio do Fogo. A área contida neste polígono é de 150 km<sup>2</sup>.

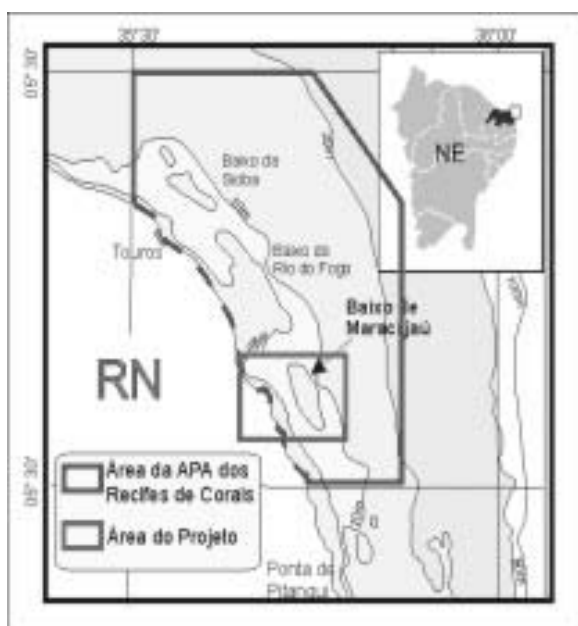


Figura 1 – Localização da área de estudo

Dentro da área da APARC, o Baixo de Maracajá destaca-se dentre as feições mais importantes, afastada 3,5 Km da linha de costa e cerca de 9 Km de comprimento e 3 Km de largura é parcialmente emerso nas marés baixas. A profundidade varia no seu topo plano entre 1 e 3 metros na baixa mar e a distância da praia até este parracho é de aproximadamente 7 km. (AMARAL 2002).

O Baixo de Maracajá é tido como um corpo de arenito recoberto por rochas biogênicas e organismos vivos, é um recife de coral classificado usualmente como do tipo franja, os quais oferecem uma série de nichos ecológicos, talvez mais do que qualquer outro bioma (Nottingham e outros 2000).

## 3. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados preliminares da utilização da ferramenta de Análise de Componentes Independentes no pré-processamento de imagens de sensores remotos em ambientes costeiros, particularmente em ambientes coralinos, no sentido de facilitar a identificação, a extração de informações contidas e o posterior mapeamento destes ambientes.

## 4. METODOLOGIA

Os dados utilizados referem-se a imagens orbitais ETM/Landsat-7, bandas espectrais ETM1, ETM2, ETM3 (região espectral do visível) adquiridas na data de passagem do satélite em 19 de Novembro de 1999. A opção pelas bandas ETM1, ETM2 e ETM3 entre as seis disponíveis, levou em consideração o objeto de estudo, no caso as áreas submersas, particularmente os recifes de corais, que é espectralmente melhor caracterizada nos intervalos de comprimento de onda definidos para essas três bandas. O processamento inicial das imagens foi realizado com base o software Erdas 5.3, sendo produzido um subconjunto de imagens de teste correspondente à área de trabalho do Baixo de Maracajá (Figura 2). As imagens piloto foram então exportadas no formato "tif", sem nenhum pré-processamento, possibilitando sua posterior utilização como dados fontes para o algoritmo ICA.

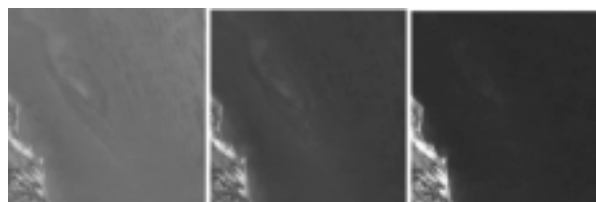


Figura 2 – Imagens da área de estudo (Bandas 1,2,3).

Para aplicação do algoritmo ICA sobre as imagens, foi utilizado o Matlab (ambiente de programação integrado desenvolvido pela MathWorks). Os três componentes ICA1, ICA2 e ICA3 resultantes do processamento revelaram varias feições latentes não percebidas diretamente nas imagens originais (Figura3).



Figura 3 – Imagens resultantes: ICA, ICA2, ICA3.

Na fase subsequente do trabalho foi utilizado o ArcView para o georrefereciamento e vetorização das feições diretamente observadas nas imagens (componentes) produzidas (Figura 4). Este mapeamento e a classificação preliminar das feições observadas teve como base os resultados alcançados por Amaral (2002), durante pesquisa realizada ao longo do ano de 2000 na APARC.

## 5. RESULTADOS PRELIMINARES

Apesar dos estudos da utilização desta nova ferramenta ainda se encontrarem em fase exploratória os resultados conseguidos levam a concluir que:

- A aplicação da ICA sobre imagens orbitais de ambientes coralinos tem um grande potencial a ser explorado no sentido de revelar informações latentes, isto é, não diretamente observadas, nas imagens adquiridas;

- Por apresentar um custo de processamento relativamente baixo o algoritmo FastICA utilizado mostrou-se de início adequado para o pré-processamento de imagens orbitais subaquáticas.

Os resultados inicialmente conseguidos com o mapeamento e a precisão atingida em relação à verdade de campo, mostram a robustez do método proposto. A determinação do índice de precisão do mapeamento, bem com sua comparação com os resultados conseguidos com a utilização de outras técnicas que tem como o objetivo a redução dos efeitos da dispersão e da absorção da energia eletromagnética, farão parte da etapa seguinte deste trabalho.

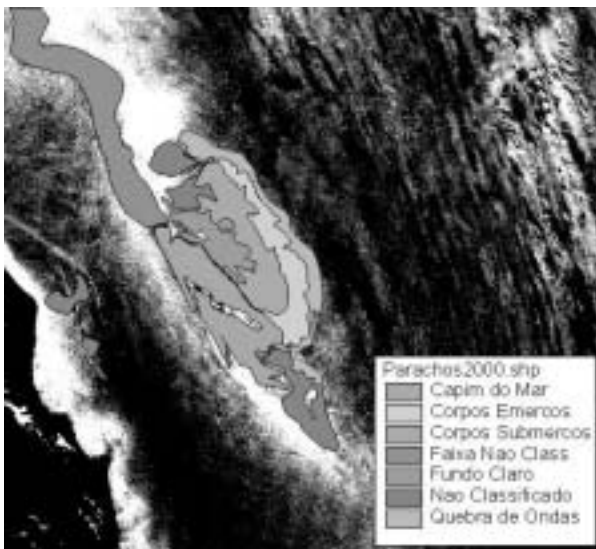


Figura 4 – Mapeamento das feições submersas. Fonte: adaptada de Amaral(2002)

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, R. F.(2002). Mapeamento da Área de Proteção Ambiental dos Recifes de Corais – Fase Exploratória. UFRN, Departamento de Geologia /IDEMA, SUGERCO. Relatório Interno. Ilustrado. Natal.
- HYVÄRINEN, A. E OJA, E. (1999) Independent Component analysis: A tutorial.
- HAYKIN, S (1999). Redes Neurais: Princípios e prática. Prentice Hall Inc.
- JUNG, A(2002). An introduction to a new data analysis tool: Independent component analysis.
- NOTTINGHAM, M.C. et al. 2000. Relatório da visita realizada nos Recifes de Maracajaú, Rio Grande do Norte, entre 27 de dezembro de 1999 e 09 de janeiro de 2000. IDEMA, Relatório interno.
- NOVO, E. M. L. M. (1992). Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. São Paulo, Edgard Blücher.