

## Uso de imagens CBERS2B-CCD para mapeamento de feições submersas na Folha Touros-RN (SB.25-V-C-II)

Igor Peregrino da Silva Sena<sup>1</sup>  
Cynthia Romariz Duarte<sup>1</sup>  
Ricardo Farias do Amaral<sup>1</sup>  
Álvaro Crisanto de Moraes Filho<sup>1</sup>  
Sílvia Amorim Terra<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN  
Caixa Postal 1039 – Lagoa Nova – Natal – RN – 59089-970  
trunksigor@yahoo.com.br, cynthia@geologia.ufrn.br, ric@ufrnet.br,  
alc\_alvinho@hotmail.com, vinha\_amorim@hotmail.com

**Abstract.** This paper explores use of the orbital remote sensing images in the investigation of morphostructural features submerged. Images of the satellite China-Brazil Earth-Resources Satellite - CBERS 2B, were used looking for the identification and interpretation of morphostructural features in the continental platform of the Brazil northeastern. Different techniques of digital processing were applied the image CBERS 2B in this investigation: colored compositions enhance of contrast, different kinds of filters and principal components analysis. Each processing generated a new image and, starting from the interpretation of the generated images it was possible to produce the map of morphostructural features of the study area. The results demonstrated that the employment of orbital images, in the visible region of the electromagnetic spectrum, when submitted to digital processing, improve the characterization and mapping of features submerged at places with low depth of the sheet of water and good transparency. These results contributed to the recognition of features of sea bottom that until then were only possible with dive techniques and bathymetry. The employment of images CBERS-2B-CCD still possesses the advantage of not costing the research projects, since INPE maintains the politics of free distribution of the acquired images for this sensor system in the whole national territory.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto, CBERS2B-CCD, mapeamento de áreas costeiras, remote sensing, coastal areas mapping.

### 1. Introdução

Buscando uma melhoria do conhecimento do ambiente costeiro e oceânico na região costeira do Nordeste do Brasil e suas potencialidades minerais, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, e universidades vêm desenvolvendo um projeto de pesquisa denominado GranMar – Avaliação do Potencial dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Rasa do Brasil – escala 1.100.000, que tem o objetivo de mapear os recursos minerais do fundo do mar, até a profundidade de 30 metros; avaliar a potencialidade mineral de granulados marinhos e o dimensionamento das suas limitações para um uso sustentável dos seus recursos potenciais. Neste contexto foi firmada uma parceria entre a CPRM e a UFRN para o mapeamento da Folha Touros submersa.

Neste sentido imagens de satélite vêm sendo empregadas buscando extrair das mesmas o maior número de informações possível, auxiliando no mapeamento de feições geomorfológicas submarinhas, possibilitando assim um melhor conhecimento da sub-superfície, e posteriormente alimentando o sistema de informações geográficas e o banco de dados espacial que estão sendo elaborados para a área de estudo.

O uso de imagens de sensores remotos orbitais para este tipo de investigação não é novidade. Neste trabalho foram empregadas e processadas imagens do satélite CBERS-2B (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), buscando-se mapear as condições de sub-superfície da área de interesse, orientando posteriormente a coleta de amostras e trabalhos de batimetria.

## 2. Área de estudo

A área de estudo está localizada na região nordeste do Estado do Rio Grande do Norte, mas especificamente, a parte submersa da Folha Touros (SB.25-V-C-II), e se insere na região conhecida como “região recifal de Cabo de São Roque”, considerada pelo MMA – Ministério do Meio Ambiente, como uma área pouco explorada cientificamente. Corresponde à região marinha que inclui a plataforma rasa em frente à linha de costa que vai deste o Cabo de São Roque até o Cabo Calcanhar (Figura 01).

A região de Touros, no litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte, está sob o regime climático tipo Af, "tropical úmido" segundo Köppen, com precipitação pluviométrica anual em torno de 1 500 mm por ano, com temperatura mínima em torno de 20°C, média 27°C e máxima de 32°C; com direção de ventos predominantes de sudeste. Parte da área estudada está inserida na Área de Proteção Ambiental – APA dos Recifes de Corais, criada pelo Governo do Estado do Rio Grande do Norte, através do Decreto nº 15.476, de 6 de junho de 2001. A profundidade dos recifes é de 0,5 a 2,5 m na maré vazante, com águas cristalinas e grande variedade de espécies de fauna e flora marinhas. Os recifes estendem-se paralelamente ao continente e distam deste cerca de 7 km (Amaral, 2002).

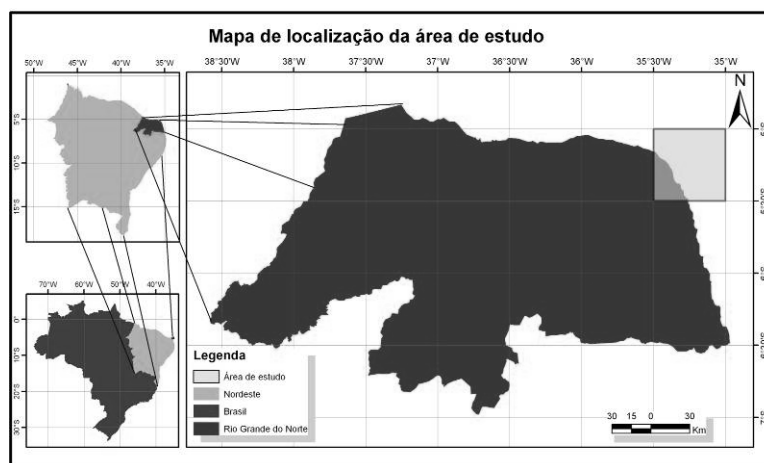


Figura 01: Mapa de localização da área de estudo.

## 3. Metodologia

Imagens de satélites que operam na faixa do visível vêm sendo empregadas com sucesso no estudo de corpos submersos, uma vez que, em condições de águas claras, a luz refletida pelo fundo pode ser vista do espaço, e sua intensidade depende do tipo de fundo e da profundidade, tornando assim a batimetria e a identificação de diferentes tipos de fundo oceânicos, aplicações viáveis para estes sensores.

No presente trabalho foram empregadas imagens do sensor CCD, do satélite CBERS-2B, cena 147-106, de 05/07/2008, obtidas gratuitamente através do site do INPE, que mantém a política de distribuição gratuita de dados obtidos pelos satélites do programa CBERS.

Neste trabalho a imagem que contém a área de estudo foi submetida às fases de pré-processamento e de processamentos digitais de imagem (PDI) básicos, buscando o realce das feições de interesse, no caso, as feições de fundo marinho.

A etapa de pré-processamento das imagens digitais refere-se ao processamento inicial dos dados brutos para georreferenciamento da imagem, pois as imagens de sensores remotos, tais como os satélites, em estado bruto, não têm precisão cartográfica, estando sujeitas a distorções geométricas, tais como rotação da Terra, variação da altitude e velocidade do satélite, entre outros. Para atingir a precisão cartográfica desejada todas as imagens utilizadas foram submetidas ao processo de georreferenciamento, empregando-se para tal a Folha

Touros (SB.25-V-C-II), escala 1:100.000, e as imagens GEOCOVER cedidas pela CPRM. O datum empregado neste trabalho, por recomendação da CPRM é o WGS84.

Como se sabe, os sensores óticos orbitais separam a energia eletromagnética refletida pela superfície terrestre em faixas previamente determinadas, chamadas bandas. No presente trabalho as bandas empregadas foram as da região do visível do espectro eletromagnético (EEM), uma vez que, é nesta região do espectro que é possível se gerar imagens de corpos submersos, devido ao menor comprimento de onda e maior frequência da radiação eletromagnética. Sensores remotos com bandas centradas nestes comprimentos de onda constituem as melhores escolhas para o mapeamento deste tipo de alvo e, portanto, o sensor CCD do CBERS-2B, que possui três bandas na região do visível do EEM tornou-se um importante produto a ser empregado neste tipo de investigação.

O sistema visual humano possui uma capacidade restrita em distinguir variações tonais em cinza, entretanto é bastante sensível a variações de cor, sendo assim, para melhorar a discriminação dos alvos presentes na imagem, pode-se fazer um PDI chamado composição colorida, que consiste em colocar três bandas de diferentes comprimentos de onda, separadas em canais R, G e B para que seja gerada uma imagem colorida, buscando um melhor contraste entre os alvos presentes.

As imagens podem ser observadas em distribuições de frequências num histograma, onde este mostrará as populações presentes em cada tom de cinza da imagem. Como padrão o histograma se inicia em 0 e vai até 255, para imagens de 8 bits, como as imagens CBERS-2B. Entretanto, nem sempre essa é a realidade da imagem, podendo ocorrer concentração de dados em alguns pontos do histograma causando um pequeno contraste dos dados e dificultando a distinção dos diferentes alvos. Para atenuar este problema efetua-se o realce de contraste, que consiste em forçar a redistribuição dos dados em todos os tons de cinza disponíveis e não mais concentrados em pequenas faixas, aumentando bastante o caráter distintivo dos objetos, já que agora eles possuem maiores diferenças de tom do que antes.

Para interpretação de feições subaquáticas, a literatura descreve o emprego do Filtro Laplaciano de Passa Alta, que consiste numa operação de matriz com a imagem que aumentaria o contraste das feições em relação ao contraste já existente, quanto maior o anterior, maior será o final.

Filtros direcionais, que são um tipo de filtro passa alta, realçam bordas numa determinada direção, sendo na verdade uma combinação de filtragem passa alta e limiarização de tons de cinza (Crosta, 1992). É necessária atenção no processo de interpretação de imagens submetidas a este tipo de processamento, uma vez que este tipo de filtro pode produzir bordas artificiais que confundiram o intérprete.

As informações presentes nas bandas espectrais de uma imagem frequentemente estão correlacionadas, resultando em redundância de informação e dificultando a total apreensão da informação presente nos dados remotamente situados (Mather, 1999). Assim, a análise das bandas espectrais individuais pode ser ineficiente devido à informação redundante presente em cada uma dessas bandas (Gonzalez & Woods, 1992).

A análise por principais componentes (APC) usa uma transformação linear de dados multiespectrais para transladar e rotacionar os dados para um novo sistema de coordenadas, removendo a correlação entre os eixos. Esta correlação advém do efeito de sombras resultantes da topografia, da sobreposição das janelas espectrais entre bandas adjacentes e do próprio comportamento espectral dos objetos, além outros fatores, sendo assim, a análise por principais componentes tem a vantagem de reduzir a dimensionalidade do conjunto dos dados, ou seja, gerar um novo conjunto de imagens, cujas bandas individuais contêm informações não presentes em outras bandas, além de isolar os componentes de ruídos gerados pelos satélites.

Chaves *et al.* (1991) colocam que durante o processo de cálculo das principais componentes, a maioria das informações comuns a todas as bandas multiespectrais é concentrada na primeira componente principal (PC1), sendo assim, esta PC pode assimilar a informação pancromática, enquanto que a informação espectral exclusiva de cada banda fica destinada às outras componentes principais.

#### 4. Resultados obtidos

Apesar da ocorrência expressiva de ruído nas imagens, mascarando feições e dificultando o processo de interpretação, sobretudo na banda 1 (faixa do azul), a composição RGB 321 (Figura 02) possibilitou a visualização e individualização dos parrachos presentes na área de estudo, bem como a individualização de feições conforme sua variação granulométrica.

Buscando uma melhora da interpretação das referidas feições, foi aplicado na composição RGB 321 um aumento do contraste, através de manipulação do histograma (Figura 03) onde é possível notar um realce das feições de fundo marinho descritas para esta composição.

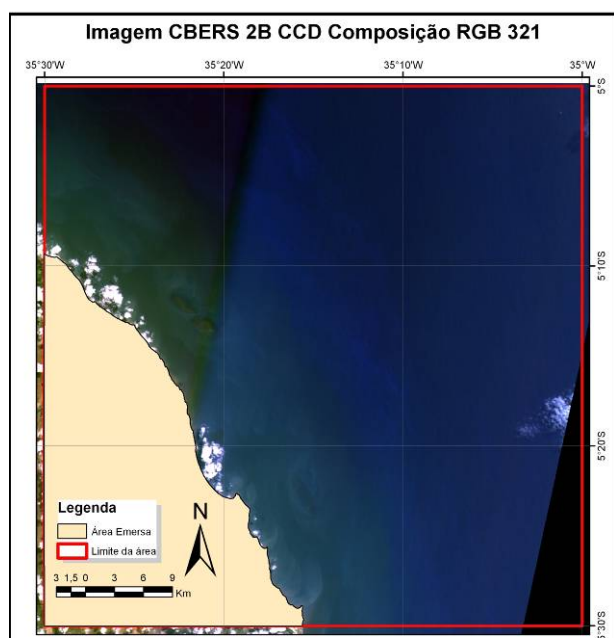


Figura 02: Imagem CBERS-2B-CCD em composição RGB 321.

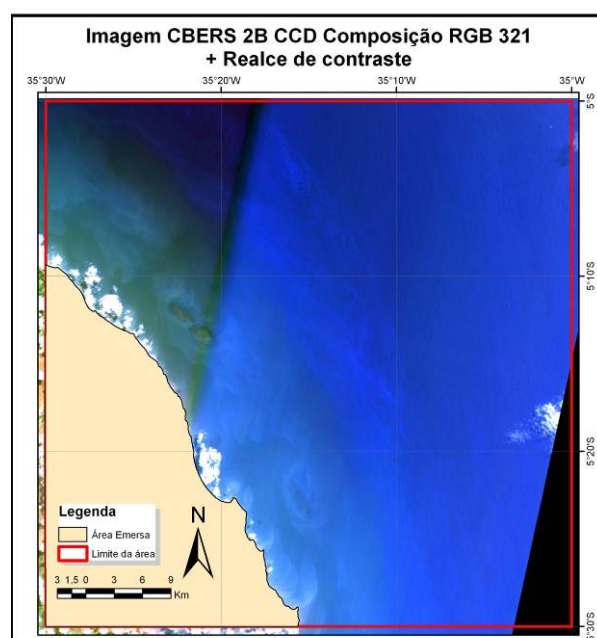


Figura 03: Imagem CBERS-2B-CCD em composição RGB 321, com realce de contraste.

Empregou-se o filtro Laplaciano de passa alta, que é uma ferramenta que destaca a morfologia do terreno, descrita na literatura como um bom processamento para investigação de fundo marinho, pois atenua ou elimina as componentes de alta frequência, realçando bordas ou variações abruptas de níveis de cinza (Figura 04). Este filtro não possibilitou a identificação de feições em áreas mais profundas, como era esperado.

O uso da análise por principais componentes também foi adotado neste trabalho, tendo sido efetuado para as quatro bandas multiespectrais deste sistema sensor. O processo de análise por principais componentes reduz a dimensionalidade espectral das imagens e para a área submersa observou-se uma concentração de informações referentes a profundidade e transparência da lâmina d'água nas PC3 e PC4, o que facilitou imensamente a identificação da morfologia de fundo. Já a PC1, muito parecida com uma imagem pancromática, mascarou quase que completamente as feições submersas. Foram testadas as duas possibilidades de análise por principais componentes disponíveis no software ENVI 4.3, matriz de correlação e

matriz de covariância, e as imagens obtidas pela APC empregadas neste trabalho foram a PC3 obtida pela matriz de correlação (figura 05) e a PC4 obtida pela matriz de covariância (figura 06), pois foram as que apresentaram os melhores resultados de morfologia de fundo marinho. As tentativas de efetuar composições coloridas com as PCs geradas não resultaram em melhora da visualização e interpretação das feições submersas e, portanto não foram adotadas neste trabalho.

O emprego do filtro direcional de 90° aplicado a banda 1 ressaltou as feições submersas, tais como dunas subaquáticas (figura 07).

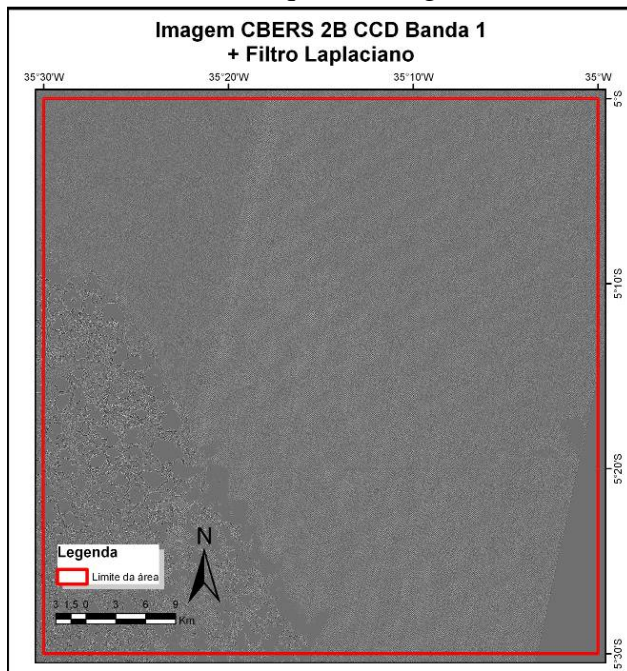


Figura 04: Imagem da banda 1 CBERS-2B-CCD com filtro Laplaciano aplicado

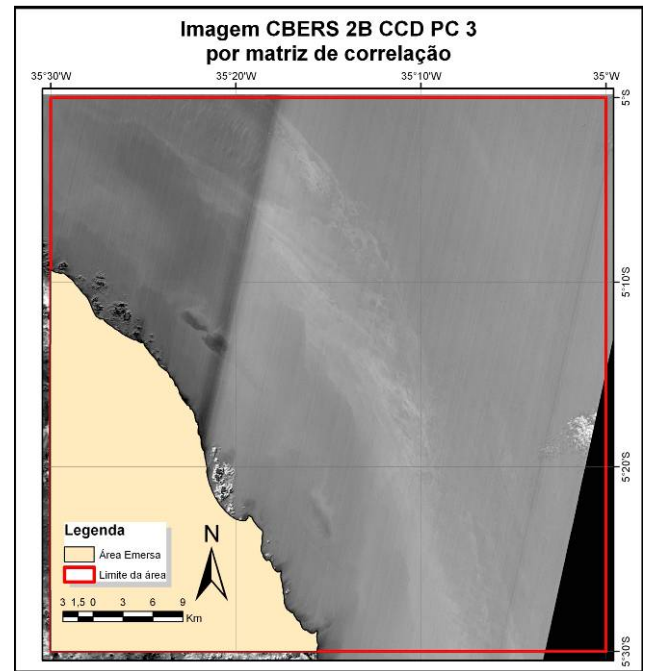


Figura 05: Imagem de análise por principais componentes, PC3 aplicada a imagem CBERS-2B-CCD.

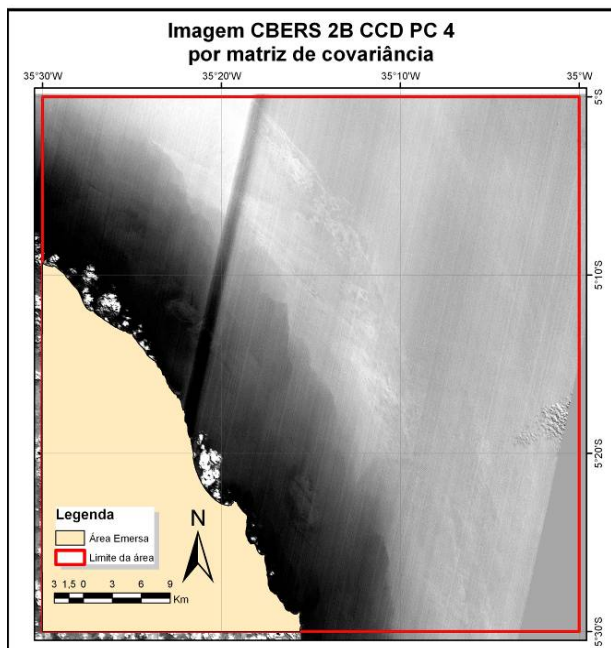


Figura 06: Imagem de análise por principais componentes, PC4 aplicada a imagem CBERS-2B-CCD.

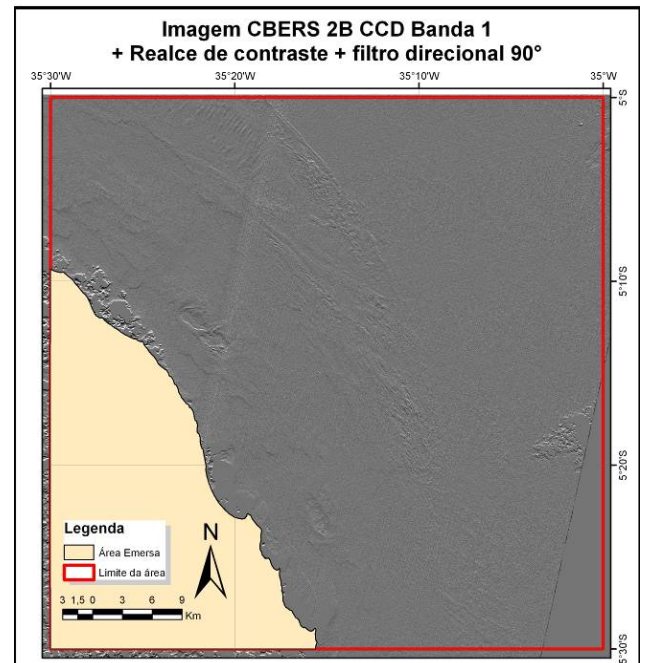


Figura 07: Imagem CBERS-2B-CCD, banda 1, com aplicação do filtro direcional 90°.

A interpretação das diversas imagens geradas a partir dos processamentos acima descritos possibilitou a elaboração do mapa das feições submersas da Folha Touros apresentado na Figura 08.

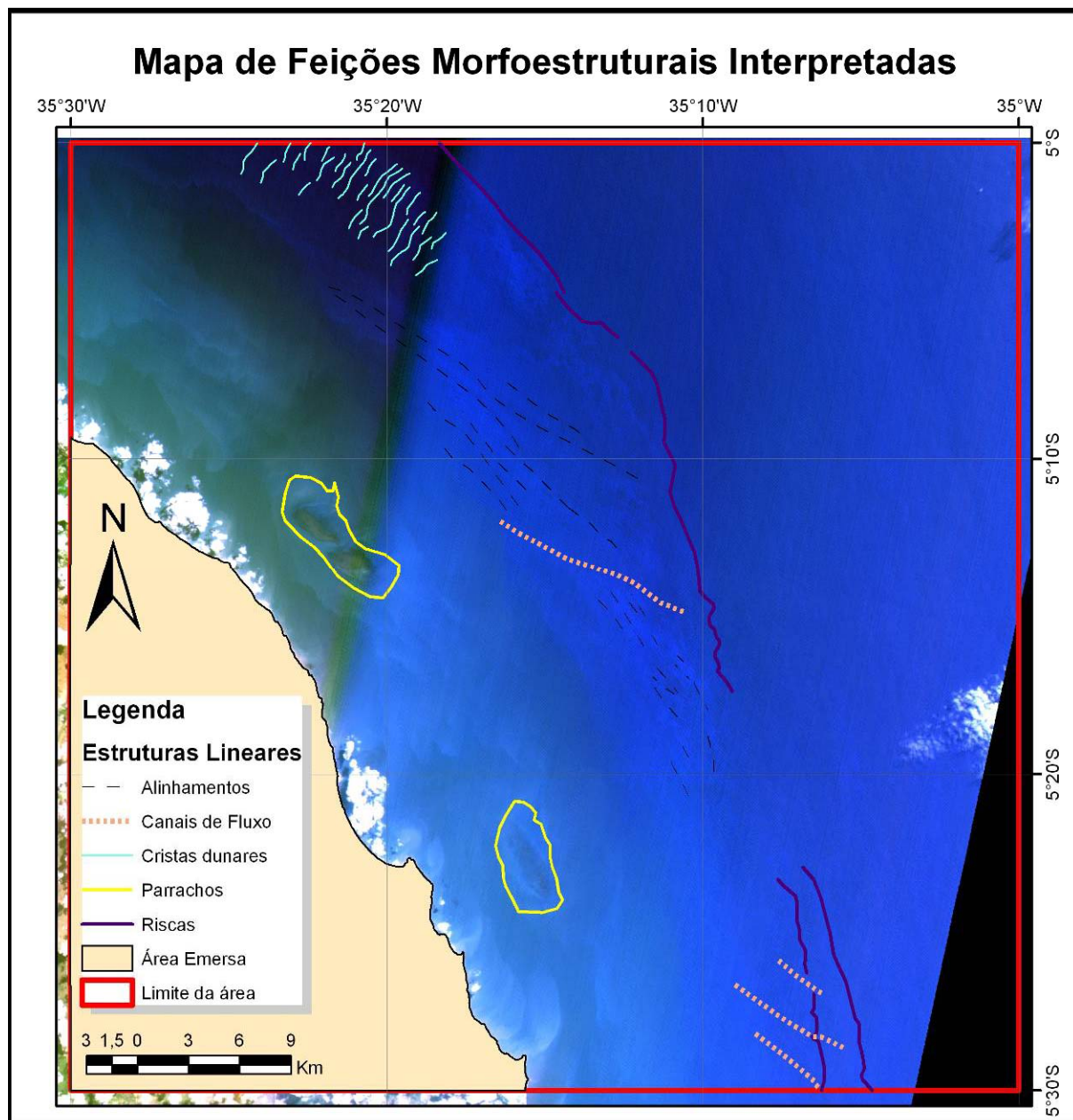


Figura 08: Mapa das feições morfoestruturais submersas interpretadas a partir das imagens empregadas neste trabalho.

## 5. Conclusões

Os resultados obtidos no processamento das imagens CBERS-2B-CCD demonstraram que o emprego de imagens orbitais, na faixa do visível, quando submetidas a tratamentos digitais, auxilia a caracterização e mapeamento de feições submersas em locais com baixa profundidade da lâmina d'água e boa transparência. Estes resultados contribuíram para o

reconhecimento de feições de fundo marinho que até então só eram possíveis com técnicas de mergulho e batimetria.

O emprego de imagens CBERS-2B-CCD ainda possui a vantagem de não onerar os projetos de pesquisa, já que o INPE mantém a política de distribuição gratuita das imagens adquiridas por este sistema sensor em todo o território nacional.

### **Referências**

Amaral, R. F. **Mapeamento da Área de Proteção Ambiental dos Recifes de Corais - Fase Exploratória**. Natal: UFRN, Departamento de Geologia/IDEMA, SUGERCO. Relatório Interno. Ilustrado, 2002. 50 p.

Chaves, P.S.; Sides, S.C.; Anderson, J.A. Comparison of three difference methods to merge multi resolution and multispectral data: Landsat TM and SPOT panchromatic. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, V.57, n.3, p.295-303, 1991.

Crosta, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: Editora Unicamp, 1993. 170 p.

Gonzalez, R. C., Woods, R. E. **Digital image processing**. New York: Addison -Wesley, 1992. 716p.

Mather, P. M. **Computer Processing of Remotely-Sensed Images**. West Sussex: John Wiley & Sons, 1999. 292 p.