



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

---

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**USO DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO, CARACTERÍSTICAS ESPECTRAIS E  
CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA AO OBJETO NO MAPEAMENTO DE  
VEGETAÇÃO DE MANGUEZAL**

**Dissertação apresentada por:**

**CESAR GUERREIRO DINIZ**

**Orientador: Prof. Dr. Marcelo Cancela Lisboa Cohen (UFPA)**

---

**BELÉM  
2011**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

---

D585u   Diniz, Cesar Guerreiro

Uso de imagens de alta resolução, características espectrais e classificação orientada ao objeto no mapeamento de vegetação de manguezal / Cesar Guerreiro Diniz; Orientador: Marcelo Cancela Lisboa Cohen - 2011

x, 66f.: il.

Dissertação (mestrado em geologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2011.

1. Sensoriamento Remoto. 2. IKONOS. 3. Manguezais. 4. Classificação Orientada a Objeto. 5. *Avicennia* e *Rhizophora*. I. Cohen, Marcelo Cancela Lisboa, *orient.* II. Universidade Federal do Pará III. Título.

CDD 22° ed.: 621.3678

---



**Universidade Federal do Pará  
Instituto de Geociências  
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica**

**USO DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO, CARACTERÍSTICAS  
ESPECTRAIS E CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA AO OBJETO NO  
MAPEAMENTO DE VEGETAÇÃO DE MANGUEZAL**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR**

**CESAR GUERREIRO DINIZ**

**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de  
GEOLOGIA**

**Data de Aprovação: 25 /08 /2011**

**Banca Examinadora:**

**Prof. Dr. MARCELO CANCELA LISBOA COHEN  
(Orientador-UFPA)**

**Prof. Dr. PEDRO WALFIR MARTINS E SOUZA FILHO  
(Membro-UFPA)**

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> MOIRAH PAULA MACHADO DE MENEZES  
(Membro-UFPA, Bragança)**

## AGRADECIMENTO

À Universidade Federal do Pará através do Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica do Instituto de Geociências, pelos conhecimentos transmitidos e por fornecerem infraestrutura necessária ao desenvolvimento do trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Mestrado durante as etapas deste estudo.

- Agradeço imensamente a orientação do Prof. Dr. Marcelo Cancela Lisboa Cohen que disponibilizou total dedicação, acompanhando integralmente todas as etapas deste trabalho;
- Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por encorajar o ingresso de alunos oriundos de outros cursos de Pós-Graduação, permitindo a utilização da estrutura e dos créditos das disciplinas ministradas no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais em seus cursos de origem.
- Ao Laboratório de Dinâmica Costeira (LADIC) do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará (IG/UFPA) pelo enorme apoio no cumprimento de todas as etapas deste trabalho;
- Ao Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido (LAIT) do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará (IG/UFPA) pela cessão da infraestrutura computacional básica, sem a qual seria impossível a realização deste trabalho;
- Aos pesquisadores, técnicos e amigos; Dr. Pedro Walfir, Dr. João Roberto dos Santos, Dr. Lênio Galvão, Paulo Alves, Wilson Nascimento, Diogo Santos, Nonata Trévia e Ulisses Guimarães. As numerosas discussões sobre o conteúdo aqui abordado e os auxílios, diretos e indiretos, na solução de eventuais problemas foram primordiais para o desenvolvimento e conclusão desta dissertação.
- Por fim, a todos os familiares e amigos, sejam estes professores, alunos, funcionários, técnicos ou não, que direta ou indiretamente, colaboraram com esta etapa da pós-graduação.

## RESUMO

A utilização do Sensoriamento Remoto é uma das mais eficientes técnicas para avaliação de biomassa e distribuição de manguezais. Entretanto, há ainda um grande problema para a identificação da composição das espécies dentro de uma mesma unidade vegetal. Esta dificuldade está atrelada à mistura de padrões espectrais, resultado da coexistência de um variado número de espécies vegetais e, portanto de respostas espectrais semelhantes em uma mesma unidade de área. Assim, visando à individualização e posterior quantificação espacial da ocupação de árvores de *Rhizophora* e *Avicennia* em manguezais da península de Bragança (PA), este trabalho analisou as sutis diferenças nos níveis de reflectância das árvores obtidas a partir de Imagens IKONOS fusionadas e dados de campo com índices de reflectância das folhas da vegetação. Fez-se uso da classificação orientada ao objeto, combinando classificação por amostras e por conhecimento (lógica Fuzzy), apoiadas nas propriedades: média das bandas espectrais, índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), índice de brilho de solo (SBI) e índice de brilho (BI). Desta forma, no dia 22 de setembro de 2003, data da aquisição da imagem, os manguezais ocuparam uma área em torno de 141,39 km<sup>2</sup> da península de Bragança, sendo representado principalmente por *Rhizophora* (104,91 ± 1,59 km<sup>2</sup>), *Avicennia* (18,76 ± 3,61 km<sup>2</sup>) e vegetação de manguezal sombreada (17,72 km<sup>2</sup>). As classes Terra Firme, Água e Outros ocupam 5.85, 49.09 e 96.55 km<sup>2</sup>, respectivamente. Os resultados aqui obtidos permitem uma melhor localização e quantificação da cobertura da vegetação de *Avicennia* e *Rhizophora* da península de Bragança-PA, e confirmam o uso de sensores orbitais de alta resolução espacial, como adequados para o mapeamento efetivo das vegetações costeiras com a possibilidade de subsidiar futuros estudos de densidade relativa de bosques de manguezal em uma escala regional, estimativas de biomassa, dinâmica do desenvolvimento de florestas de mangue, análise ambiental e capacidade de resiliência dos bosques da península bragantina

**Palavras-Chave:** Sensoriamento Remoto. IKONOS. Manguezais. Classificação Orientada a Objeto. *Avicennia* e *Rhizophora*.

## ABSTRACT

The use of remote sensing is one of the most efficient techniques for evaluating biomass and distribution of mangroves. However, there still's a big problem for identifying the species composition within a same vegetal unit. This difficulty is linked to the mixture of spectral patterns, resulting from the coexistence of a diverse number of vegetal species and therefore similar spectral responses in the same unit of area. Working towards the individualization and quantification of the spatial occupancy of *Rhizophora* and *Avicennia* mangrove trees in the peninsula of Bragança, this study analyzed the subtle differences in the mangrove reflectance levels from a set of pan sharpened IKONOS imagery and field data collection of the reflectance signature obtained directly on leaves of the mangrove vegetation. Object oriented classification was used, within a combined approach of samples and knowledge (fuzzy logic) classification, supported by the following image properties: mean of the spectral bands, normalized difference vegetation index (NDVI), soil brightness index (SBI) and brightness index (BI). Thus, on September 22 of 2003, date of image acquisition, the mangrove forests occupied an area of approximately 141,39 km<sup>2</sup> of the Bragança Peninsula and is represented mainly by *Rhizophora* (104.91 ± 1,59 km<sup>2</sup>), *Avicennia* (18.76 ± 3,61 km<sup>2</sup>), and shaded mangrove vegetation (17.72 km<sup>2</sup>). The classes Terra Firme, Water and Others occupy 5.85, 49.09 and 96.55 km<sup>2</sup>, respectively. The results obtained allow a better location and quantification of mangrove species in the peninsula of Bragança-PA, individualization of *Avicennia* and *Rhizophora* trees, confirms the use of orbital sensors of high spatial resolution as appropriate for the effective mapping of coastal vegetation and enables the subsidize of future studies on relative density of mangrove forests in a regional scale, estimates of biomass, development dynamics of mangrove forests, environmental analysis and resilience of mangrove forests the Bragança Peninsula.

**Key words:** Remote Sensing. IKONOS. Mangroves. Object Oriented Classification. *Avicennia* and *Rhizophora*.