



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

---

**TESE DE DOUTORADO Nº 111**

**A DINÂMICA DOS MANGUEZAIS NO NORDESTE DO  
BRASIL: UMA ABORDAGEM A PARTIR DE DADOS DE  
SENSORES REMOTOS E SIG**

**Tese apresentada por:**

**EDSON ADJAIR DE SOUZA PEREIRA**

**Orientador: Prof. Dr. Pedro Walfir Martins e Souza Filho (UFPA)**

---

**BELÉM  
2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

---

Pereira, Edson Adjair de Souza, 1954-

A Dinâmica dos manguezais no Nordeste do Brasil: uma abordagem a partir de dados de sensores remotos e SIG / Edson Adjair de Souza Pereira.  
– 2015

xv, 136 f. : il. ; 29 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Pedro Walfir Martins e Souza Filho

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geofísica, Belém, 2015.

1. Sensoriamento Remoto. 2. Costa – Brasil, Nordeste. 3. Mangues florestais – Brasil, Nordeste. 4.. I. Título.

CDD 22. ed. 621.3678

---



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

**A DINÂMICA DOS MANGUEZAIS NO NORDESTE DO  
BRASIL: UMA ABORDAGEM A PARTIR DE DADOS DE  
SENSORES REMOTOS E SIG**

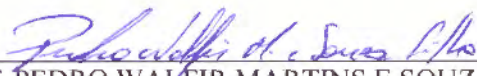
**TESE APRESENTADA POR**

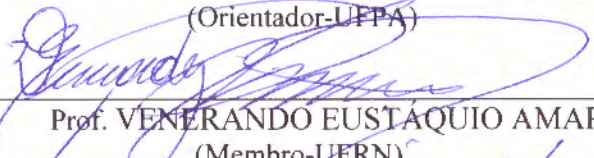
**EDSON ADJAIR DE SOUZA PEREIRA**

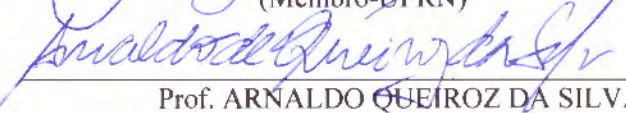
**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Doutor em Ciências na Área de  
GEOLOGIA**

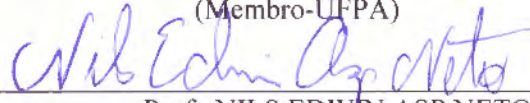
**Data de Aprovação: 27 / 11 / 2015**

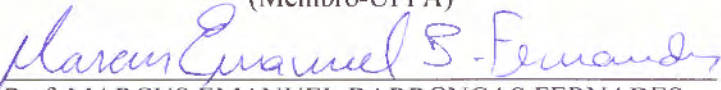
**Banca Examinadora:**

  
Prof. PEDRO WALFIR MARTINS E SOUZA FILHO  
(Orientador-UFPa)

  
Prof. VENERANDO EUSTAQUIO AMARO  
(Membro-UFRN)

  
Prof. ARNALDO QUEIROZ DA SILVA  
(Membro-UFPa)

  
Prof. NILS EDWIN ASP NETO  
(Membro-UFPa)

  
Prof. MARCUS EMANUEL BARRONCAS FERNANDES  
(Membro-UFPa)

Para Sheila, Mateus e Bárbara, minha família  
querida, razão da minha dedicação.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal do Pará – UFPA, pela oportunidade de estudos e utilização de suas instalações;

Ao PPGG/IG/UFPA pela oportunidade e apoio para realização do Doutorado

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará - CEFET-PA, pela minha liberação para realização do Doutorado;

Ao Dr. Pedro Walfir Martins e Souza Filho, pelo conhecimento compartilhado, orientação e apoio na realização deste trabalho;

A todos os colegas do LAIT, que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho fosse realizado;

Ao IBGE pela concessão das imagens Alos Palsar;

Ao projeto GLCF pela disponibilidade das imagens Landsat.

## RESUMO

O presente estudo avalia a dinâmica dos manguezais do nordeste do Brasil nas últimas quatro décadas a partir de uma metodologia de classificação de imagens de sensores remotos orientada a objetos geográficos (GEOBIA). Esta metodologia combina informações espectrais, temporais e espaciais de imagens multitemporais para criar objetos (áreas de manguezais) consistentes para uma análise estatística a partir de imagens classificadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar as mudanças na cobertura florestal dos manguezais em todos os estados do nordeste brasileiro entre os anos de 1975 e 2008 no que diz respeito ao aumento ou diminuição em suas áreas em resposta as variações naturais (erosão e acreção) e antrópicas (aquacultura/salinicultura). Para isto, foram processadas e analisadas imagens de sensores remotos (RADAMBRASIL, ALOS PALSAR, LANDSAT TM e SRTM) a partir da abordagem de GEOBIA. Durante o período estudado, observou-se uma redução da área de floresta de mangue de  $\sim 1.545 \text{ km}^2$  em 1975 para  $\sim 1.480 \text{ km}^2$  em 2008. Isto representa um perda líquida de  $\sim 65 \text{ km}^2$ , o que equivale a uma diminuição de 13% na área de floresta de mangue. Dos nove estados estudados apenas o Ceará e Pernambuco apresentaram um ganho na cobertura dos manguezais, enquanto todos os demais sofreram redução. Dentre o total de área de floresta de mangue perdida no período estudado ( $\sim 953 \text{ km}^2$ ), os tanques de aquacultura/salinicultura representam  $\sim 10\%$ . É importante ressaltar que nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará a conversão de áreas de manguezal em tanque de aquacultura/salinicultura já representam  $\sim 41\%$  e  $32\%$  da área total de mangue perdida, respectivamente. Portanto, é possível concluir que a metodologia utilizada para avaliar a dinâmica dos manguezais no nordeste do Brasil a partir de diferentes fontes de dados de sensoriamento remoto foi extremamente eficaz. Novas estratégias de recuperação e de uso sustentável das áreas de manguezal devem ser estabelecidas com vistas a conservar este ecossistema para gerações futuras.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Mangues Florestais. Zona Costeira. Nordeste Brasileiro.

## ABSTRACT

This study assesses the dynamics of mangroves in the northeastern Brazil in the last four decades from the classification of remote sensing images based on geographic objects (GEOBIA). This methodology combines spectral, temporal and spatial information of multi-temporal images to create consistent objects (mangrove areas) for a statistical analysis from classified images. The objective of this study was to evaluate the changes in mangrove forest cover in all states of the northeastern Brazil between 1975 and 2008, with regard to the increase or decrease mangrove areas in response to natural (erosion and accretion) and anthropogenic (Aquaculture / salinicultura) variations. In this study were processed and analyzed remote sensing images (RADAMBRASIL, ALOS PALSAR, TM Landsat and SRTM) from GEOBIA approach. During the studied period, there was a reduction of  $\sim 1,545 \text{ km}^2$  mangrove forest area in 1975 to  $\sim 1480 \text{ km}^2$  in 2008. This represents a net loss of  $\sim 65 \text{ km}^2$ , which is equivalent to a decrease of 13% in the mangrove forest area. Of the nine states studied, only Ceará and Pernambuco showed a gain in coverage of mangroves, while all others were reduced. Among the total mangrove forest area lost during the study period ( $\sim 953 \text{ km}^2$ ), the aquaculture/saliniculture ponds represent  $\sim 10\%$ . Importantly, in the states of Rio Grande do Norte and Ceará the conversion of mangrove areas for aquaculture/saliniculture ponds already represent  $\sim 41\%$  and  $32\%$  of the total area of mangrove lost, respectively. Therefore, it concludes that the methodology used to assess the dynamics of mangroves in northeastern Brazil from different sources of remote sensing data was extremely effective. New strategies for recovery and sustainable use of mangrove areas should be established in order to conserve this ecosystem for future generations.

Keywords: Remote Sensing. Mangrove Forest. Coastal Zone . Northeastern Brazil.



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

## PARECER

Sobre a Defesa Pública da Tese de Doutorado de  
**EDSON ADJAIR DE SOUZA PEREIRA**

A banca examinadora da Tese de Doutorado de **EDSON ADJAIR DE SOUZA PEREIRA** orientando do Prof. Dr. Pedro Walfir Martins e Souza Filho (UFPA), composta pelos professores doutores Venerando Eustáquio Amaro (UFRN), Arnaldo de Queiroz da Silva (UFPA), Marcus Emanuel Barroncas Fernandes (UFPA), e Nils Edvin Asp Neto (UFPA), após apresentação da sua tese intitulada “**A DINÂMICA DOS MANGUEZAIS NO NORDESTE DO BRASIL: UMA ABORDAGEM A PARTIR DE DADOS DE SENSORES REMOTOS E SIG**” emite o seguinte parecer:


O candidato fez uma apresentação muito clara e objetiva de sua tese de doutoramento. A apresentação foi realizada no tempo regulamentar. Sua tese representa contribuição significativa para o estudo das mudanças das áreas de mangue ao longo da costa da região nordeste do Brasil. Na apresentação e na arguição o candidato demonstrou erudição e domínio do tema e respondeu com segurança as questões formuladas pela banca examinadora.

Recomendações sobre estrutura e forma do texto foram feitas pela banca, sugerindo-se que sejam incorporadas nas futuras publicações derivadas da tese.

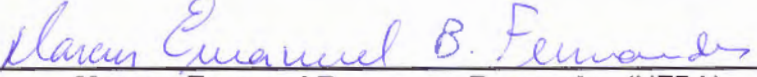
Em conclusão, a banca examinadora decidiu por unanimidade aprovar a tese de doutorado.

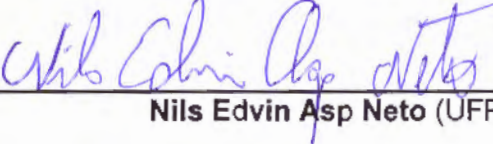
Belém, 27 de novembro de 2015.

  
\_\_\_\_\_  
**Pedro Walfir Martins e Souza Filho** (Orientador – UFPA/ITV)

  
\_\_\_\_\_  
**Venerando Eustáquio Amaro** (UFRN)

  
\_\_\_\_\_  
**Arnaldo de Queiroz da Silva** (UFPA)

  
\_\_\_\_\_  
**Marcus Emanuel Barroncas Fernandes** (UFPA)

  
\_\_\_\_\_  
**Nils Edvin Asp Neto** (UFPA)