



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

TESE DE DOUTORADO Nº 119

**ANÁLISE DA DINÂMICA DAS ÁREAS DE
MANGUEZAL NO LITORAL NORTE DO BRASIL A
PARTIR DE DADOS MULTISENsoRES E
HIDROSEDIMENTOLÓGICOS**

Tese apresentada por:

WILSON DA ROCHA NASCIMENTO JÚNIOR

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

BELÉM
2016

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

Nascimento Júnior, Wilson da Rocha, 1981-

Análise da dinâmica das áreas de manguezal no litoral norte do Brasil a partir de dados multissensores e hidrossedimentológicos / Wilson da Rocha Nascimento Júnior. – 2016

xxi, 132 f.: il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Pedro Walfir Martins e Souza Filho

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2016.

1. Sensoriamento remoto - Brasil, Norte. 2. Ecologia dos manguezais - Brasil, Norte. 3. Sedimentação e depósitos. 4. Desmatamento. 5. Solo - Uso - Brasil, Norte. I. Título.

CDD 22. ed. 621.367809811



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

**ANÁLISE DA DINÂMICA DAS ÁREAS DE MANGUEZAL
NO LITORAL NORTE DO BRASIL A PARTIR DE DADOS
MULTISENORES E HIDROSEDIMENTOLÓGICOS**

TESE APRESENTADA POR

WILSON DA ROCHA NASCIMENTO JÚNIOR

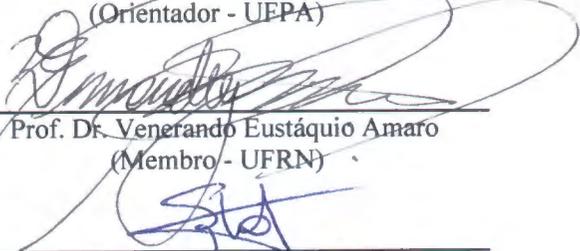
**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Doutor em Ciências na Área de
GEOLOGIA.**

Data de Aprovação: 16 / 12 / 2016

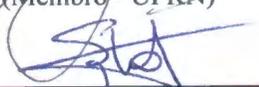
Banca Examinadora:



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



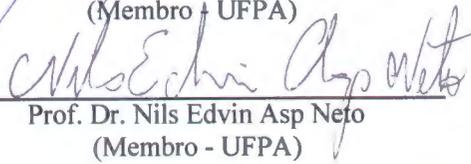
Prof. Dr. Venerando Eustáquio Amaro
(Membro - UFRN)



Prof. Dr. Claudio Fabian Szlafsztajn
(Membro - UFPA)



Prof. Dr. Arnaldo de Queiroz da Silva
(Membro - UFPA)



Prof. Dr. Nils Edvin Asp Neto
(Membro - UFPA)

*Aos meus pais, Wilson e Benildes,
e minha irmã, Thuizy,
pelo amor absoluto.
Dedico a vocês por todo apoio em minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Wilson Nascimento e Benildes Lopes, minha irmã e cunhado, Thuizy Nascimento Andrade e Marcelo Andrade, por todo o apoio e amor ao longo de minha vida. Só tenho a agradecer a Deus por vocês serem minha família.

Agradeço também aos meus tios, tias, primos e primas por estarem sempre ao meu lado fortalecendo os laços familiares, pois família é a base de qualquer ser humano.

Aos amigos Victor Jonhnathan Oliveira, Walber Torres, Alexandre Oliveira, Diogo Santos (Diodio Comando), Rafael Reis e Olavo Bilac pelas palavras de incentivo ao longo de minha carreira acadêmica além da eterna amizade. Posso dizer que a amizade de vocês é muito importante para mim e me ajudou em vários momentos ao longo do desenvolvimento do trabalho.

A Universidade Federal do Pará (UFPA), ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG) por permitirem meu ingresso e possibilidade de desenvolver a pesquisa acadêmica.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas ao longo de minha trajetória acadêmica no mestrado e atualmente doutorado.

Ao amigo e orientador Pedro Walfir Martins e Souza Filho por me ensinar valores que atualmente são indispensáveis em minha vida profissional e pessoal. Por acreditar no meu caráter e apoiar minha trajetória acadêmica ao longo do mestrado e doutorado.

Aos professores Roberto Vizeu, Paulo Gorayeb e José Augusto por avaliarem a proposta de doutorado e permitirem meu ingresso no PPGG.

A Cleida Freitas, secretária do PPGG, pelas cobranças, ajudas em momentos de preocupação e incentivo para a conclusão do trabalho.

Aos professores Arnaldo Queiroz, Claudio Szlafeinzein, Thiago Sana e Nils Asp Neto por toda contribuição para o desenvolvimento da tese. A preocupação de vocês para o enriquecimento do trabalho foi muito importante para ajustar a proposta de doutorado e realização da mesma.

A família do LAIT (Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido): Paulo José Alves, Lourival Gomes, Glenda Carvalho, Karla Nascimento, Michele Cougo, Edson Adjair

Pereira, Marcio Sousa, Francisco Costa, João e Carlos. Obrigado pela amizade e pelos ensinamentos diretos e indiretos adquiridos em nossa convivência nesse maravilhoso ambiente de trabalho do LAIT.

Ao amigo Afonso Quaresma pelos momentos de diversão e muito trabalho nos campos de minha pesquisa e outros. A convivência com você no campo foi muito valiosa para meu aprimoramento nas pesquisas em geociências.

Ao amigo e irmão Francisco Oliveira pelo apoio incansável para finalização desta pesquisa. Agradeço você irmão pela força e amizade.

Gostaria de agradecer a todos que podem não ter sido citados aqui, mas contribuíram de forma direta e indireta para o resultado desta pesquisa.

*“O que é o sucesso?
Rir muito e com frequência;
ganhar o respeito de pessoas
inteligentes e o afeto das crianças;
merecer a consideração de críticos honestos
e suportar a traição de falsos amigos;
apreciar a beleza, encontrar o melhor nos outros;
deixar o mundo um pouco melhor, seja por uma saudável
criança, um canteiro de jardim ou uma redimida condição social;
saber que ao menos uma vida respirou mais fácil porque você viveu.
Isso é ter tido sucesso!”*

Bessie Anderson Stanley.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é analisar a dinâmica das áreas de manguezal no litoral norte do Brasil a partir de imagens de sensores remotos orbitais e dados hidrossedimentológicos (vazão e concentração de sedimentos em suspensão). Buscamos compreender a existência de causalidade entre a expansão ou retração dos manguezais com a descarga sólida em suspensão calculada a partir de dados de vazão e concentração de sedimentos em suspensão. Os manguezais foram mapeados, utilizando a técnica de classificação orientada ao objeto, nos anos de 1975, 1996 e 2008 tendo como base dados de sensores imageadores na faixa das microondas (RADAM/GEMS; JERS-1; ALOS/PALSAR). Foram utilizados os dados de estações fluviométricas e sedimentos da Agência Nacional de Águas para calcular a descarga sólida em suspensão nos rios Araguari, Gurupi, Pindaré, Grajaú e Mearim buscando relacionar a acreção e erosão nas áreas de manguezal com a carga sedimentar dos rios que deságuam no litoral. As variações de vazão refletem a precipitação nas sub-bacias dos rios analisados e apresentaram correlação forte e moderada com as anomalias de temperatura na superfície do oceano Pacífico evidenciando uma relação dos fenômenos El Niño e La Niña com os regimes de precipitação na Amazônia. As variações de concentração de sedimentos em suspensão não apresentaram relação com a variação fluviométrica sugerindo que as oscilações médias anuais são reflexos de outros fenômenos (cobertura e uso do solo). Os resultados mostram que as áreas drenadas das sub-bacias mais impactadas pela ação antrópica contribuem com uma carga sedimentar superior a rios que possuem maior concentração de floresta nativa. A vegetação nativa contribui para a contenção da erosão do solo e as áreas de solo exposto e pastagem são mais vulneráveis a erosão dos solos. Os rios Gurupi, Pindaré, Grajaú e Mearim apresentaram carga sólida em suspensão superior ou igual ao rio Araguari. Analisando os manguezais nos estuários percebemos a acreção dos manguezais nas margens nos estuários dos rios Gurupi e Mearim (Baía de São Marcos) e a diminuição das áreas de manguezal no estuário do rio Araguari. A zona costeira amazônica está sujeita a processos naturais de grande magnitude, porém as atividades antrópicas influenciam na dinâmica natural da região ao implementar práticas econômicas ambientalmente insustentáveis.

Palavras-Chave: Sensoriamento Remoto; Manguezais; Desmatamento; Cobertura e Uso do solo.

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze the dynamics of the mangrove areas in the north coast of Brazil from images of remote orbital sensors and hydrosedimentological data (flow and suspended sediment concentration). We tried to understand the existence of causality between the expansion or retraction of the mangroves with the suspended solid discharge calculated from the data of flow and suspended sediment concentration. The mangroves were mapped, using the object oriented classification technique, in the years 1975, 1996 and 2008 based on data from microwave sensors (RADAM / GEMS, JERS-1, ALOS / PALSAR). The data of fluviometric stations and sediments of the National Water Agency were used to calculate the solid discharge in suspension in the rivers Araguari, Gurupi, Pindaré, Grajaú and Mearim seeking to relate the addition and erosion in the areas of mangrove with the sedimentary load of the rivers that drain On the coast. The flow variations reflect the precipitation in the sub-basins of the analyzed rivers and presented a strong and moderate correlation with the temperature anomalies on the surface of the Pacific Ocean evidencing a relation of the El Niño and La Niña phenomena with the precipitation regimes in the Amazon. The variations of suspended sediment concentration were not related to the fluviometric variation suggesting that the annual mean oscillations are reflections of other phenomena (coverage and land use). The results show that the drainage areas of the sub-basins most impacted by the anthropic action contribute with a higher sediment load to rivers that have a higher concentration of native forest. Native vegetation contributes to containment of soil erosion and exposed soil and pasture areas are more vulnerable to soil erosion. The Gurupi, Pindaré, Grajaú and Mearim Rivers presented solid suspended load higher than or equal to the Araguari River. Analyzing the mangroves in the estuaries we noticed the addition of mangroves along the estuaries of the Gurupi and Mearim rivers (Baia de São Marcos) and the reduction of mangrove areas in the Araguari estuary. The Amazon coastal zone is subject to natural processes of great magnitude, but atrophic activities influence the natural dynamics of the region by implementing unsustainable economic practices.

Keywords: Remote Sensing; Mangroves; Deforestation; Coverage and Land Use.



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 **WILSON DA ROCHA NASCIMENTO JÚNIOR**

A banca examinadora da Tese de Doutorado de **WILSON DA ROCHA NASCIMENTO JÚNIOR** orientando do Prof. Dr. Pedro Walfir Martins e Souza Filho (UFPA), composta pelos professores doutores Venerando Eustáquio Amaro (UFRN), Claudio Fabian Szlafsztain (UFPA), Nils Edvin Asp Neto (UFPA) e Arnaldo de Queiroz da Silva (UFPA), após apresentação da sua tese intitulada “**ANÁLISE DA DINÂMICA DAS ÁREAS DE MANGUEZAL NA ZONA COSTEIRA AMAZÔNICA A PARTIR DE DADOS MULTISENORES E HIDROSEDIMENTOLÓGICOS**” emite o seguinte parecer:

O candidato apresentou contribuição relevante ao conhecimento da dinâmica dos manguezais dos estados do Amapá, Pará e Maranhão através de dados de sensores remotos e hidrossedimentológicos. Na apresentação oral, demonstrou segurança e expôs com clareza e uso adequado de recursos didáticos os principais métodos e resultados de sua Tese. O documento encontra-se bem estruturado e tem potencial para gerar publicações de nível internacional. A banca fez sugestões de aprimoramentos de forma e conteúdo e destacou a importância da abordagem de avaliar os processos costeiros a partir da perspectiva da análise de uso e ocupação de bacias hidrográficas. Durante a arguição, o candidato demonstrou domínio sobre os seus dados e capacidade de argumentação científica. Finalmente, ressalta-se que a conclusão da tese ocorreu em 53 meses. Desta forma, a comissão avaliadora considera o candidato aprovado.

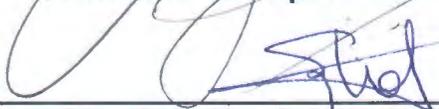
Belém, 16 de dezembro de 2016.



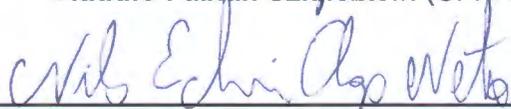
Pedro Walfir Martins e Souza Filho (Orientador - UFPA)



Venerando Eustáquio Amaro (UFRN)



Claudio Fabian Szlafsztain (UFPA)



Nils Edvin Asp Neto (UFPA)



Arnaldo de Queiroz da Silva (UFPA)