



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 427

**A INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS BIOFÍSICOS DA
VEGETAÇÃO DE MANGUE EM REGENERAÇÃO NO
RETROESPELHAMENTO DE IMAGENS RADARSAT-2
MULTIPOLARIZADA NA AMAZÔNIA, BRASIL.**

Dissertação apresentada por:

MICHELE FERREIRA COUGO

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

Coorientador: Prof. Arnaldo de Queiroz da Silva (UFPA)

**BELÉM
2013**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Cougo, Michele Ferreira, 1986-

A influência dos parâmetros biofísicos da vegetação de mangue em regeneração no retroespalhamento de imagens radarsat-2 multipolarizada na Amazônia, Brasil / Michele Ferreira Cougo. - 2013.

Orientador: Pedro Walfir Martins e Souza Filho;

Coorientador: Arnaldo de Queiroz da Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2013.

1. Radar de abertura sintética. 2. Ecologia dos manguezais - Amazônia. 3. Biomassa - Amazônia. I. Título.

CDD 22. ed. 621.3678



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

**A INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS BIOFÍSICOS DA VEGETAÇÃO
DE MANGUE EM REGENERAÇÃO NO RETROESPELHAMENTO DE
IMAGENS RADARSAT-2 MULTIPOLARIZADA NA AMAZÔNIA,
BRASIL.**

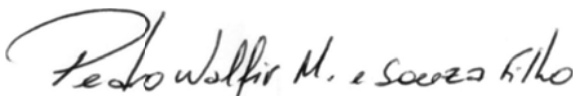
DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR


MICHELE FERREIRA COUGO

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

Data de Aprovação: 05 / 09 / 2013

Banca Examinadora:


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


Prof. Marcus Emanuel Barroncas Fernandes
(Membro-UFPA)


Prof. João Roberto dos Santos
(Membro-INPE)

Aos meus pais Valmir e Nazionélia.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos:

Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica – Instituto de Geociências e a Universidade Federal do Pará pela oportunidade de desenvolvimento do mestrado.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Ao projeto “Estudo oceanográfico dos manguezais brasileiros e a formação de recursos humanos qualificados”, financiado pela CAPES, pelo apoio financeiro no desenvolvimento dos trabalhos em campo.

Ao Professor Pedro Walfir por aceitar orientar esta “estranha no ninho” e me receber em seu grupo de pesquisa, por repassar seu conhecimento de maneira elucidativa, pelas conversas sempre esclarecedoras e tranquilizadoras a cerca da pesquisa, pelas oportunidades de crescimento na formação acadêmica e pela compreensão nos momentos mais difíceis.

Ao Professor Arnaldo de Queiroz pelos ensinamentos sobre RADAR e por todas as orientações, explicações e conversas sempre com paciência.

Ao Professor Marcus pela transferência de conhecimento deste importante ecossistema que é o manguezal, pelas diversas oportunidades de vivenciar o manguezal e também por me acolher junto ao seu grupo de pesquisa no Laboratório de Ecologia de Manguezal (LAMA) durante algumas estadas em Bragança. Agradeço por sua participação em alguns trabalhos de campo e também por aceitar fazer parte da banca examinadora do trabalho. Além de ser grata pelos sempre importantes momentos de descontração.

Ao Professor João Roberto dos Santos por aceitar ser membro da banca examinadora.

Ao Professor Edson Marcos Leal Soares Ramos por todo o apoio e aprendizado com relação às análises estatísticas juntamente com a equipe do Laboratório de Sistema de Informação e Georreferenciamento (LASIG).

Aos colegas e agora amigos do Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido-LAIT: Suzan, Diogo, Francisco, Camila, Paulo e Márcio. Em especial aos amigos: Wilson, Edson, Afonso e Kandido que aguentaram as batalhas contra o calor, mosquitos e mutucas no campo e pela ajuda no processamento dos dados que sem o Edson, Wilson e Lourival não seria possível. A todos agradeço pelos momentos de descontração, conversas sobre a vida, risadas e ajuda em várias situações.

A Glenda, querida amiga, parceira e impulsionadora, pelos cafés que salvaram minhas tardes e as conversas também.

A Rafinha pela grande amizade e parceria que firmamos, tanto para pesquisar quanto para desabafar, pelo apoio para seguir em frente apesar de todas as coisas da vida. Pelas risadas em momentos que só caberia choro, por todas as horas de estudos e divagações e principalmente por ser tão diferente de mim, me fazendo praticar o amor, a tolerância e a paciência. Não esquecendo de agradecer a todo apoio nas saídas de campo!

As lindas amigas que o Pará me presenteou e que de alguma forma em algum momento me apoiaram durante o desenvolvimento do trabalho: Iasminy, Sandro, Thiely, Anne, Glaucy, Yuri, Amintas, Dalva. Em especial, a Luiza que no período mais difícil deste fim de jornada aguentou firme e forte e a Denise pelo amor, carinho, atenção e disposição no momento que mais fiquei sem rumo em Belém e também por todos os cafezinhos e risadas gostosas!

As amigas do sul que mesmo longe se fizeram presentes para que eu não perdesse o foco: Amanda, Cris e Gabi.

Aos meus pais, Valmir e Nazionélia, pela compreensão da distância, apoio e respeito a minha decisão, primeiro de ir e depois de permanecer, mesmo não concordando muito. A eles e meus irmãos, Caroline, Lorena e Felipe, sou eternamente grata pelo amor e carinho que mesmo do outro lado do país nunca deixei de sentir.

A minha sobrinha Catarina por me fazer ampliar a visão e me proporcionar alguns dos momentos mais lindos e encantadores durante este período, por me dar fôlego e me fazer ver a vida de maneira mais leve e colorida.

A Divindade maior, por me abençoar e iluminar meu caminho até o outro lado do país em busca de conhecimento profissional e pessoal, e por em momento algum durante este percurso ter me deixado sentir sozinha.

*“Diante da tarefa que se te reserva,
é justo respeitar o que os outros
dizem, no campo da crítica;
entretanto, é forçoso não paralisar o
serviço e nem prejudicar o serviço,
em virtude daquilo que os outros
possam dizer. Guardar a
consciência tranquila e seguir
adiante.”*

Emmanuel

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi compreender a relação entre o retroespalhamento (σ° , β° e γ) de uma imagem multipolarizada Radarsat-2 Fine Beam, banda C, com parâmetros biofísicos de uma vegetação de mangue em regeneração. A pesquisa foi conduzida na região de mangue em regeneração na Península de Bragança (nordeste do Pará) a aproximadamente 380 km a sudeste da Foz do Rio Amazonas. A construção de uma rodovia nesta região a cerca de 30 anos, ocasionou distúrbios no regime hidrológico causando a morte da vegetação, que posteriormente foi desmatada e atualmente apresenta incipiente regeneração natural. A obtenção dos dados de campo foi efetuada em 17 parcelas de 10 x 10m, delimitadas e posicionadas com auxílio de DGPS (*Differential Global Position System*) e estação total. A caracterização estrutural destas unidades amostrais foi feita através da aquisição dos seguintes dados: CAP (circunferência à altura do peito), altura e espécie, totalizando 3090 indivíduos medidos. Os valores do diâmetro à altura do peito (DAP) e área basal (AB) foram estimados. Uma análise de agrupamento das unidades amostrais resultou em quatro grupos em distintos estágios de regeneração: estágio pioneiro, regeneração inicial, regeneração intermediária e regeneração avançada. A biomassa individual foi calculada através das equações de Fromard *et al.* (1998). A imagem multipolarizada SLC utilizada foi obtida em 11/06/2010, através do sensor Radarsat-2. Os valores de retroespalhamento da imagem SAR (Synthetic Aperture Radar) foram obtidos através do aplicativo VIMAGE/Focus/PCI, utilizando como base o limite das parcelas. Modelos estatísticos de regressão simples e múltipla foram efetuados para analisar a relação entre a estrutura da vegetação e os valores de retroespalhamento da imagem SAR. Os resultados mostraram que o retroespalhamento sigma linear na polarização cruzada VH apresentou as relações mais fortes com as estruturas vegetais investigadas. A função de regressão linear múltipla com as polarizações HH, VH e VV obteve os melhores ajustes com os parâmetros biofísicos altura média, DAP e Biomassa ($R^2 = 0,81, 0,79, \text{ e } 0,79$ respectivamente). Os valores de retroespalhamento foram utilizados para gerar através das funções ajustadas os mapas para estas três variáveis biofísicas, estes apresentaram coerência com os dados coletados em campo, principalmente os mapas de altura média e DAP. O mapa de biomassa resultou em baixa amplitude de variação sugerindo a saturação do sinal, em manguezais em regeneração, abaixo do indicado na literatura para a banda C em manguezais homogêneos.

Palavras-chave: SAR. Manguezal em regeneração. Biomassa. Amazônia.

ABSTRACT

The main goal of this work is to understand the relationship between backscattering (σ° , β° e γ) of a multipolarized Radarsat-2 Fine Beam band C image with biophysical parameters of mangrove vegetation in regeneration. The study site was the Bragança peninsula (northeast of Pará State) far from the Amazon River mouth about 380 km (southeast). 30 years ago it was built a highway causing disturbances in the hydrological regimes and vegetation death, then it was deforested and currently the natural regeneration is incipient. Field data was taken in 17 stands of 10 square meters and it was delimited and positioned with a DGPS (Differential Global Positioning System) and a total station. Structural characterization of the sampling units was made with the following field data: CBH (circumference at breast height), height and specie in 3090 specimen and then it were estimated values of DBH (diameter at breast height) and BA (basal area). A cluster analysis of the sample units has defined four groups of vegetation in different regeneration stages: pioneer stage, initial regeneration, intermediate regeneration and advanced regeneration. Fromard *et al.* (1998) equation was used to biomass estimation. It was used a SLC (Single Look Complex) multipolarized image (Radarsat-2) from June 11th, 2010. VIMAGE/Focus/PCI software was used to retrieve backscattering values of SAR (Synthetic Aperture Radar) image, using as reference the limits of the parcels. Statistical models of simple and multiple regressions were used in the analysis of the relationship between vegetation structure and backscattering values of the SAR image. Results shown that linear sigma backscattering with cross-polarization (VH) had the strongest relationship with all vegetation structure analyzed. Although the function of multiple linear regression with HH, VH and VV polarization got the best adjustments with the biophysical parameters mean height, DBH and Biomass (R^2 values were respectively 0,81, 0,79 and 0,79). Backscattering values of the image with adjusted functions were used to generate maps of these three biophysical variables and it was coherence with field data, mainly mean height and DBH maps. Biomass map got a low amplitude variation suggesting saturation of the sign, in mangroves in regeneration, less than indicated in the literature to band C in homogeneous mangrove areas.

Keywords: SAR. Mangrove in regeneration. Biomass. Amazon.