

## Mapeamento de banco de algas em Maracajaú/RN utilizando dados ALOS/PALSAR

Gabriella Cynara Minora da Silva <sup>1</sup>  
Eliane Marinho Soriano <sup>2</sup>  
Flavo Elano Soares de Souza <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
gabriella\_cynara@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
eliane@ufrnet.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
flavogeo@gmail.com

**Abstract.** Research aimed at mapping database algae are still at an early stage in Brazil, and in the state of Rio Grande do Norte, there are no published studies on this topic. The reef Maracajaú is inserted in a Conservation Unit - Environmental Protection Area of Coral Reefs (ARPAC). Although this is an area that should be kept preserved, is likely that there is a depreciation of their assets due to the progressive increase in the use in this region. The objective of this study was to map the spatial distribution of algal banks Reef Maracajaú / RN, using data from ALOS / PALSAR. For this reason, remote sensing methodologies were used and obtained as a result of the different zoning areas inhabited by macroalgae; the spectral response of biomass ranging between wavelengths 0.33 to 0.58  $\mu\text{m}$ ; Principal Component Analysis, which showed a good correlation between the variables; a supervised classification not carried from the K-means method, which corroborated the results obtained so far; the main components and their regressions, both the three correlation results with almost 1; and descriptive statistics which identified some behavior patterns in the distribution of test organisms. Thus, this study was satisfactory to the purpose, emphasizing the need for improvement, to obtain results with good levels of accuracy.

Palavras-chave: environmental reefs management, macroalgae, geotechnology, gestão ambiental de recifes, macroalgas, geotecnologias.

### 1. Introdução

O ambiente recifal é considerado um dos ecossistemas mais ricos do planeta, apresentando uma alta diversidade de espécies com papel fundamental na resiliência dos recifes de corais (NYSTRÖM; FOLKE; MOBERG, 2000). Apesar de ocorrerem em águas oligotróficas, esses ambientes abrigam uma infinidade de espécies de peixes, moluscos, crustáceos, cnidários e algas (MOREIRA, 2008). Dentre estas espécies, destacam-se as macroalgas marinhas. Estes organismos são componentes importantes da produção primária costeira e indicadores do estado de conservação em distintos tipos de ambientes. Nas áreas recifais, as macroalgas desempenham várias funções, incluindo produção primária, construção e cimentação dos recifes, bioerosão, facilitação para o estabelecimento dos corais e a formação de habitats para outras espécies de organismos, (SILVA; FUJII; MARINHO-SORIANO, 2012). Além disso, podem servir como fonte de alimentação para a fauna associada (ROFF *et al.*, 2013). No entanto, estes organismos possuem alto grau de sensibilidade às alterações ambientais, sejam estas causadas por atividades humanas ou mesmo em função das mudanças climáticas. Esse contexto imprime a necessidade da realização de estudos em grande escala sobre esses ambientes aquáticos.

As geotecnologias têm se mostrado uma alternativa eficiente para o mapeamento de ambientes submersos, produzindo resultados confiáveis, com uma economia substancial de tempo, esforço e dinheiro. Os Sistemas de Informações Geográficas têm se destacado como importantes ferramentas no auxílio do planejamento e da tomada de decisão no ambiente costeiro, contribuindo para a gestão desses recursos naturais (ST. MARTIN, 2009). Técnicas de sensoriamento remoto podem ser usadas com sucesso para levantamento e classificação de habitats terrestres, mas também para os habitats marinhos (intertidal e subtidal), quando a coluna da água é clara e a visão através da água é desobstruída (GUILLAUMONT; BAJJOUK; TALEC, 1997). O Satélite ALOS, em virtude de sua boa precisão, tem sido utilizado para estudos concernentes a mapeamentos de plantas e algas marinhas. Komatsu *et al.* (2009) realizaram estudos utilizando dados ALOS AVNIR-2 na produção de um índice de reflectância de fundo nas águas da Tunísia e Indonésia para mapeamento de leitos de algas marinhas. Seus resultados indicaram que os dados do AVNIR-2 foram úteis para o mapeamento de leitos de algas marinhas em águas rasas. Outro exemplo foi o estudo realizado por Yahya *et al.* (2010) os quais realizaram um mapeamento de algas e plantas marinhas na Ilha de Sibulohor, utilizando um índice de profundidade invariante com dados ALOS AVNIR-2 e Landsat-5 TM.

No Brasil, pesquisas voltadas para o mapeamento de banco de algas ainda estão em estágio inicial, e no estado do Rio Grande do Norte, não se tem conhecimento de trabalhos publicados sobre essa temática.

O recife de Maracajaú está inserido em uma Unidade de Conservação - Área de Proteção Ambiental dos Recifes de Corais (ARPAC). Apesar de constituir uma área que deve ser mantida preservada, é provável que esteja ocorrendo uma depreciação de seus recursos em função do progressivo aumento do uso nesta região, havendo indícios de degradação e consequente diminuição dos estoques naturais causados principalmente pela pesca predatória e pela exploração turística desordenada, atividade que incorpora uma ocupação costeira desenfreada e a crescente especulação imobiliária, afetando também na sedimentação dos recifes. Isso somado aos problemas gradativos decorrentes da mudança do clima global, como a variação na temperatura dos oceanos, na luminosidade, na acidez e na disponibilidade de nutrientes.

Portanto, devido a esta deficiência de informações, a importância ecológica das macroalgas marinhas e de sua grande sensibilidade às alterações antrópicas, justifica-se o presente estudo que tem como objetivo mapear a distribuição espacial dos bancos de algas do recife de Maracajaú/RN, utilizando dados de satélite ALOS/PALSAR.

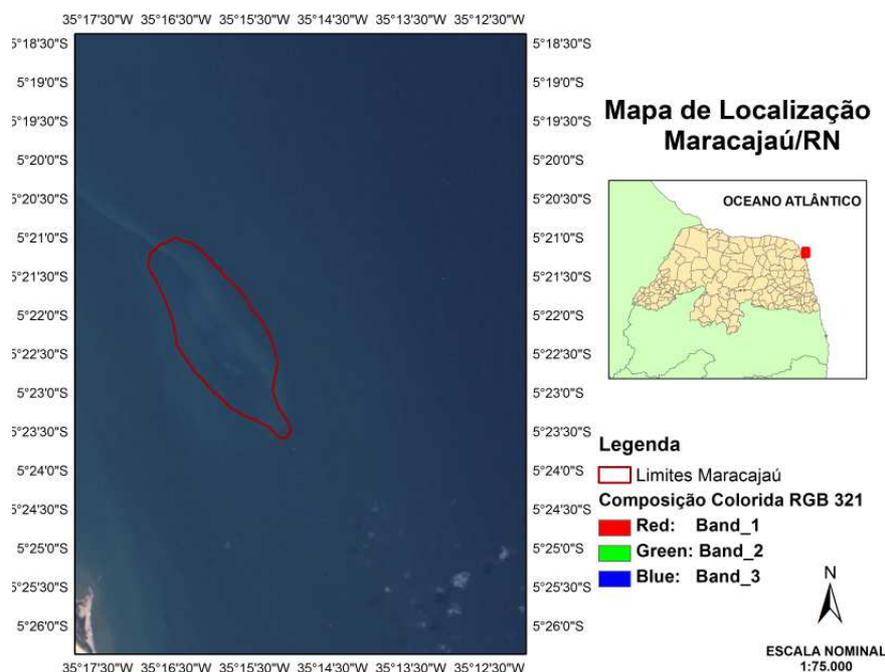
## **2. Material e Métodos**

### **2.1 Área de Estudo**

Este estudo foi realizado nos recifes *offshore* de Maracajaú, localizados no município de Maxaranguape, litoral norte-oriental do estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). Situado na região tropical do Brasil, este trecho do litoral corresponde a região fitogeográfica reconhecida como Zona Ocidental, com limites entre a costa ocidental do Ceará até o sul do estado do Espírito Santo, abrigando a flora marinha mais abundante e diversificada do país (OLIVEIRA, 1977). Esta região é caracterizada por águas oligotróficas e abundância de substratos duros, propícios ao crescimento de macroalgas marinhas (HORTA *et al.*, 2001).

O distrito de Maracajaú está inserido na Área de Proteção Ambiental dos Recifes de Corais (APARC), uma Unidade de Conservação criada em 2001, através do Decreto nº 15.476 de 6 de junho de 2001. A APARC abrange a faixa costeira e a plataforma continental interna rasa contígua aos municípios de Maxaranguape, Rio do Fogo e Touros, e os respectivos recifes *offshore*: o de Maracajaú, o de Rio do Fogo e o de Cioba, totalizando uma

área de proteção de aproximadamente 180.000 ha (SILVA; FERREIRA; AMARAL, 2009; IDEMA, 2013).



**Figura 1.** Localização da área de estudo, Recife de Maracajaú, APARC-RN.

O recife de Maracajaú está situado a aproximadamente 7 km da praia de Maracajaú, município de Maxaranguape. Sua estrutura recifal apresenta forma ovalada sendo composta por vários picos de crescimento coralino-algal sobre uma base arenítica, com topos entre 0 e 3 metros de profundidade na maré baixa. Este corpo recifal apresenta 9 km de comprimento por 2 km de largura, formado por construções coralinas pouco espessas, cujo principal construtor é o coral *Siderastrea stellata* (MAIDA; FERREIRA, 1997; SILVA; FERREIRA; AMARAL, 2009).

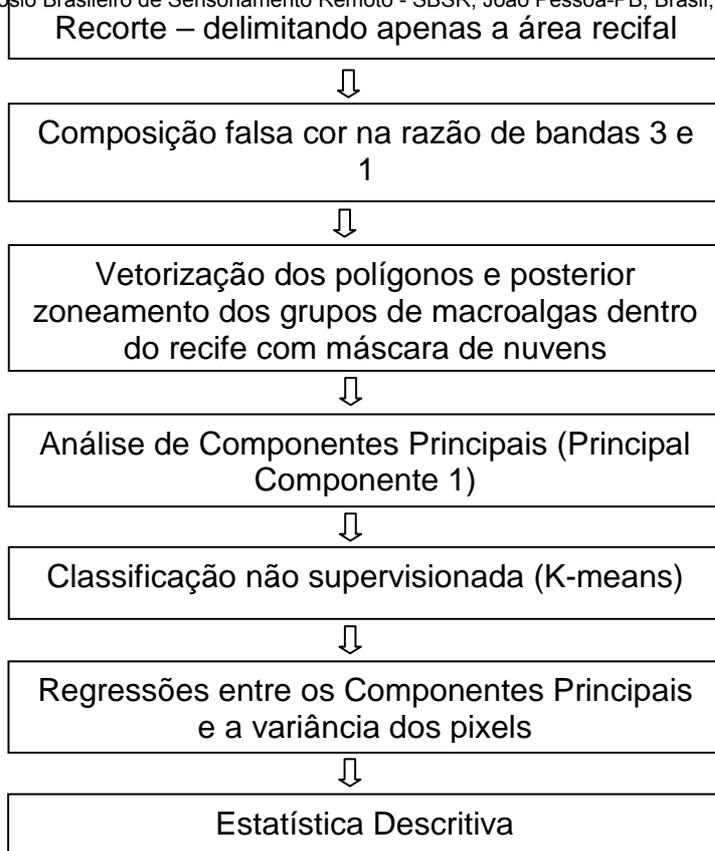
A área de estudo apresenta como clima característico o tipo As', segundo Köppen, considerado um clima tropical chuvoso com verão quente (CPRM, 2005). A temperatura da água varia de 22°C na estação chuvosa a 27°C na estação seca. A turbidez da água é geralmente alta, principalmente na época chuvosa, porém com alta visibilidade nas estações de primavera e verão (outubro a março). A turbidez é natural e consequente da ação dos ventos e/ou correntes de maré que causam a suspensão de partículas (MAIDA; FERREIRA, 1997).

Este município encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema e regionalmente na bacia Pernambuco – Paraíba – Rio Grande do Norte, sendo constituído pelos sedimentos do Grupo Barreiras, dos depósitos Colúvio-eluviais, e eólicos de Dunas Inativas, como dos depósitos Litorâneos e Aluvionares. As principais atividades econômicas desta região é a pesca, agropecuária (CPRM, 2005) e atividade turística.

## 2.2 Procedimentos Metodológicos

Para a realização desta pesquisa foi utilizada uma imagem ALOS/PALSAR com data de 08/03/2010.

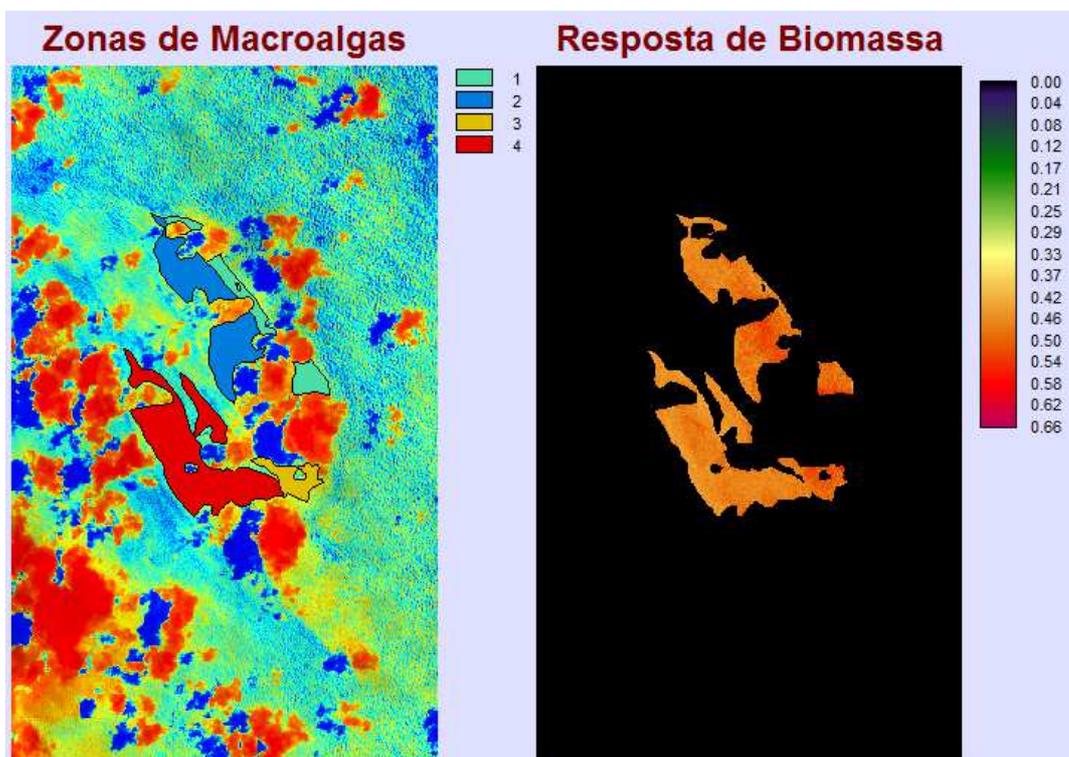
Os procedimentos utilizados encontram-se sequenciados na figura 2.



**Figuras 2.** Metodologia utilizada.

### 3. Resultados e Discussão

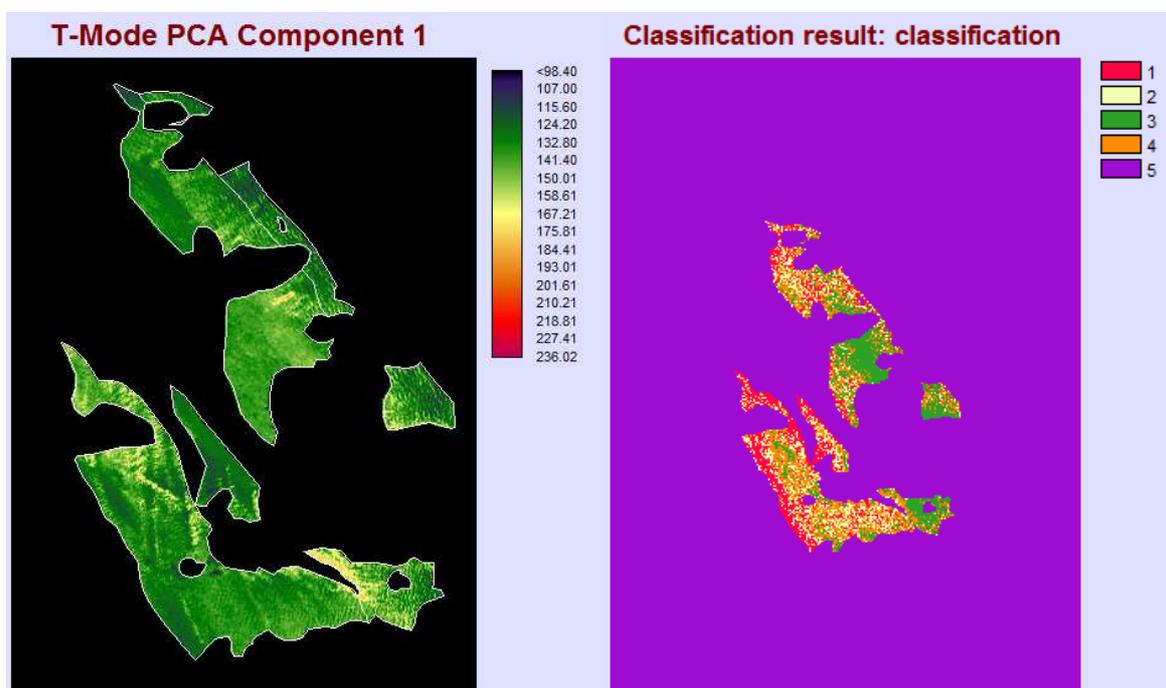
A composição falsa cor na razão de bandas 3 e 1 do satélite ALOS, composta com PALSAR/ALOS, banda 1 no canal de intensidade, permitiu uma boa visualização das feições de biomassa no recife de Maracajaú, a partir das quais foi possível realizar o zoneamento das distintas áreas habitadas pelas macroalgas marinhas (Figura 3).



**Figuras 3 e 4.** Zonas de macroalgas e Biomassa no recife de Maracajaú, respectivamente.

A zona 1 refere-se a área de maior exposição às ondas, onde é possível inferir que abriga espécies de macroalgas mais resistentes à esta dinâmica de natural. Predominam nesta região as macroalgas do gênero *Cryptonemia* e *Gracilária*. A zona 2 é a parte central do recife, na porção mais ao sul desta zona encontra-se a Área de Uso Turístico Intensivo (AUTI), onde se encontram plataformas flutuantes que servem como base para os visitantes. A prática de mergulho livre é permitida aos turistas nesta área, porém sem o uso de nadadeiras (SILVA, 2010). Esta área do recife apresenta espécies de macroalgas de porte menor, provavelmente em função do pisoteamento por parte dos banhistas, sendo possivelmente, a área mais degradada do recife. As macroalgas encontram-se nos chamados cabeços, ou seja, fragmentos de recifes intercalados por áreas de areia. A zona 3 representa uma área de rodólitos, estruturas livres compostas principalmente por ramificações de algas vermelhas coralinas como resultado de envolvimento de uma rocha, bioclasto (gastrópode ou coral) ou qualquer outro objeto solto (REBELO, 2010). A grande concentração desses nódulos de algas calcárias cobre quase que totalmente o fundo arenoso, ocupando cerca de 2% da área do recife (AMARAL, 2002). Nesta área as macroalgas ocorrem principalmente fixas sobre os rodólitos e formam expressiva biomassa sobre os corpos recifais (SILVA, 2010). E a zona 4 refere-se a área habitada principalmente pelos prados de Fanerógamas Marinhas (*Halodule wrightii* Ascherson). Estes prados se desenvolvem sobre o fundo arenoso e apresentam uma distribuição em geral homogênea, havendo poucas irregularidades. O fundo apresenta-se tanto mais plano quanto formando ondulações, de diferentes profundidades e comprimentos. As fanerógamas crescem principalmente sobre o fundo plano e nas depressões formadas pelas ondulações (SILVA, 2010).

A figura 4 revela a resposta espectral da biomassa no recife de Maracajaú, a qual indica que ocorre em uma faixa que varia entre os comprimentos de onda 0.33 a 0.58  $\mu\text{m}$ . Já a figura 5 apresenta o resultado da Análise de Componentes Principais - ACP, na qual a variável independente foi a componente principal 1, caracterizada por apresentar boa penetração em água, e a variável dependente, a máscara espectral. A figura demonstra que houve correlação entre as variáveis analisadas uma vez que é possível distinguir as zonas mapeadas anteriormente, nas feições observadas no mapa da ACP. Na zona habitada pelas Fanerógamas percebem-se feições mais suaves, seguida da área central do recife, com características semelhantes. A zona com ocorrência de rodólitos apresentou feições mais enrugadas, seguida das áreas de exposição às ondas, onde também é possível perceber esse comportamento, de forma menos expressiva.



**Figuras 5 e 6.** Análise de Componentes Principais (Componente 1) e Classificação não supervisionada (K-means), respectivamente.

A classificação não supervisionada através do método Kmeans (Figura 6) destacou quatro classes distintas no recife. Das quatro classes identificadas, as classes 1 e 3 apresentaram relação entre o agrupamento de pixels semelhantes e as zonas de macroalgas anteriormente destacadas. A classe 1 destaca fortemente as áreas habitadas pelas fanerógamas marinhas e algumas áreas na zona de exposição às ondas. E a classe 3 refere-se principalmente à área habitada por rodólitos e à algumas áreas da porção central do recife.

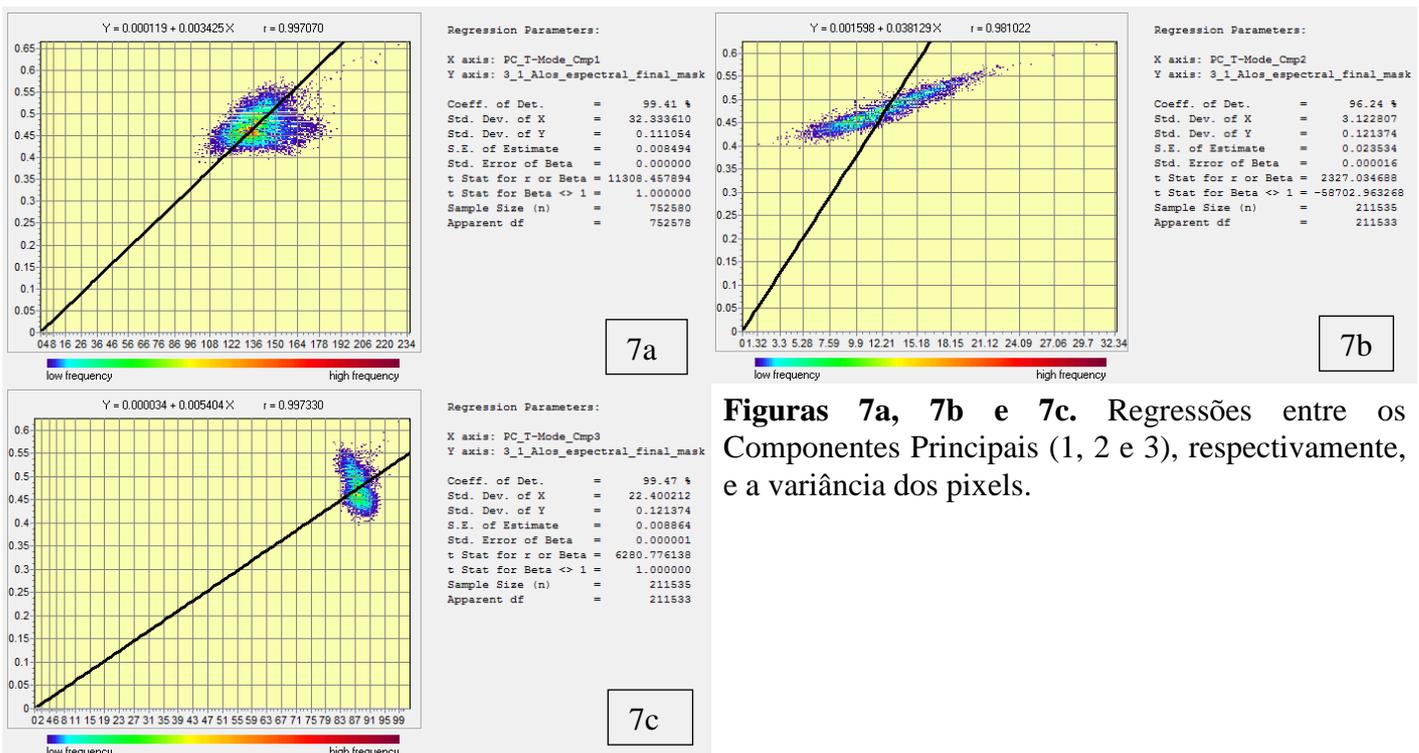
A ACP apresentou uma correlação de quase 1 entre a resposta dos principais componentes e a variância dos pixels (Figuras 7a, 7b e 7c), o que demonstra uma forte tendência do padrão de respostas espectrais indicar a presença de biomassa. As Tabelas 1a e 1b apresentam os resultados dos Componentes Principais utilizados neste estudo.

**Tabela 1a.** Componentes Principais.

T-MODE COMPONENT	C1	C2	C3
% VAR.	89.051212	7.907855	3.040934
T-MODE LOADING	102.859626	9.134059	3.512466

**Tabela 1b.** Componentes Principais, autovetores.

T-MODE LOADING	C1	C2	C3
1_ALOS_MARACAJAÚ	0.933654	-0.146459	0.326865
2_ALOS_MARACAJAÚ	0.989791	-0.088424	-0.111780
3_ALOS_MARACAJAÚ	0.765480	0.642450	0.036031



**Figuras 7a, 7b e 7c.** Regressões entre os Componentes Principais (1, 2 e 3), respectivamente, e a variância dos pixels.

As Tabelas 2a e 2b referem-se a Estatística Descritiva dos resultados obtidos.

**Tabela 2a.** Estatística Descritiva.

ID	Minimum	Maximum	Total	Average	Range
0	0.2631579	1.30102	2660025.5	0.4916884	1.037862
1	0.2929293	1	11907.89	0.4499317	0.7070707
2	0.2708333	1	30286.15	0.4591385	0.7291667
3	0.2783505	0.7921569	6954.08	0.4531526	0.5138064
4	0.2842105	1	52745.45	0.5083408	0.7157895

**Tabela 2b.** Estatística Descritiva.

ID	Population_SD	Sample_SD	Mode	Frequency	Diversity
0	0.1440556	0.1440557	1	0.04068793	4840
1	0.07299309	0.07299447	0.4285714	0.0139802	1577
2	0.07484957	0.07485014	0.5	0.01253733	2278
3	0.05754615	0.05754803	0.4285714	0.01381467	1223
4	0.158859	0.1588597	1	0.05574403	2701

Com base nos dados estatísticos foi possível perceber que a zona 4, compreendida pelas Fanerógamas apresentaram mais uniformidade e maior frequência de ocorrência. As variações significativas em diversidade demonstram que a classificação não supervisionada realizada apresentou resultados prévios considerados positivos no auxílio ao mapeamento dos bancos de macroalgas no recife de Maracajaú.

#### 4. Conclusões

O uso do ALOS/PALSAR se mostrou eficiente para o mapeamento de macroalgas no recife de Maracajaú/RN, uma vez que demonstrou forte correlação (quase 1) entre a resposta dos principais componentes e a variância dos pixels das áreas zoneadas habitadas por macroalgas, demonstrando uma forte tendência de o padrão de respostas espectrais indicar a presença de biomassa. A classificação não supervisionada realizada através do método K-means veio corroborar com este resultado, uma vez que as classes 1 e 3 identificadas na classificação apresentam relação com as zonas de macroalgas mapeadas. A classe 1 destacando principalmente os prados de fanerógamas e a classe 3, as áreas habitadas por rodólitos. Ressalta-se a necessidade de aprimorar esse estudo, para obtenção de resultados com bons níveis de acurácia.

#### REFERÊNCIAS

- 1 - AMARAL, R. F. **Mapeamento do habitat bentônico**. In.: R. F. AMARAL; B. M. FEITOZA; J. L. ATTAYDE; D. S. BATISTA; L. F. MENDES; I. B. SILVA & E. M. Soriano. **Diagnóstico Ambiental Preliminar da Área de Uso Turístico Intensivo (AUTI) no Parracho de Maracajaú**. IDEMA-RN. Relatório Interno, pp. 41- 49, 2005.
- 2 - GUILLAUMONT, B.; BAJJOUK, T.; TALEC, P. **Seaweed and Remote Sensing: critical review of sensors and data processing**; in Phycological, Vol. 12 p 213-282. F. E. Round/D. J. Chapman (eds). 1997.

- 3 - HORTA, P. A.; AMANCIO, E.; CPIMBRA, C. S.; OLIVEIRA, E. C. **Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras.** Hoehnea 28:243-265, 2001.
- 4 - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE - IDEMA. **Área de Proteção Ambiental dos recifes de Corais.** 2013. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br>> Acessado em: 26 de Junho de 2013.
- 5 - KOMATSU, T.; SAGAWA, T.; RHOMDHANE, H. B.; FUKUDA, M.; BOISNIER, E.; ISHIDA, K.; BELSHER, T.; SAKANISHI, Y.; MOHD, I. S. M.; AHMAD, S.; LANURU, M.; MUSTAPHA, K. B.; HATTOUR, A. (2009). **Utilization of ALOS AVNIR-2 Data for Mapping Coastal Habitats: Examples of Seagrass Beds from Boreal to Tropical Waters.** Proceedings of the ALOS PI Symposium, 3-7 November 2008, Island of Rhodes, Greece, SP-664, European Space Agency, January 2009.
- 6 - MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. **Coral Reefs of Brazil: Overview and field guide.** In: Proc. 8th Int Coral ReefSym, v. 1, p. 263-274, 1997.
- 7 - MOREIRA, P. P. **Mapeamento de Habitats do Recife de Coral Pedra de Leste, Abrolhos, Utilizando Imagens Orbitais Quickbird e Landsat7 ETM+.** Ilhéus, 2008. 117 p. Dissertação (mestrado em Sistemas Aquáticos tropicais), Universidade Estadual de Santa Cruz.
- 8 - NYSTRÖM, M; FOLKE, C.; MOBERG, F. **Coral reef disturbance and resilience in a human-dominated environmental.** Tree. 15 (10): 413 – 417, 2000.
- 9 - OLIVEIRA-FILHO, E. C. **Algas marinhas bentônicas do Brasil.** Tese de livre docência, Universidade de São Paulo, São Paulo. 407p., 1977.
- 10 - REBELO, A. C. F. **Paleontologia de algas calcárias. Caso de estudo dos rodólitos de Porto Santo.** Lisboa, 2010. 86 p. Dissertação (mestrado em Geologia), Universidade de Lisboa.
- 11 - ROFF, G.; WABNITZ, C. C. C.; HARBORNEL, A. R.; MUMBY, P. J. **Macroalgal associations of motile epifaunal invertebrate communities on coral reefs.** Marine Ecology. 409–419, 2013.
- 12 - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Diagnóstico do município de Maxaranguape.** Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Setembro de 2005. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>> Acessado em: 17 de Setembro de 2013.
- 13 - SILVA, C. B.; FERREIRA, R. G.; AMARAL, R. F. **Análise da imagem que turistas e comunidade local têm da Área de Proteção Ambiental dos Recifes de Corais -APARC (RN).** Caderno Virtual de Turismo. vol. 9, nº 2, 2009.
- 14 - SILVA, I. B. **Algas Marinhas Bentônicas dos Recifes e Ambientes Adjacentes de Maracajaú, APA dos Recifes de Corais, RN, Brasil.** São Paulo, 2010. 377 p. Tese (doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente.
- 15 - SILVA, I. B.; FUJII, M. T.; MARINHO-SORIANO, E. **Influence of tourist activity on the diversity of seaweed from reefs in Maracajaú, Atlantic Ocean, Northeast Brazil.** Brazilian Journal of Pharmacognosy, 22(4): 889-893. 2012.
- 16 - ST. MARTIN, K. **Applications in coastal zone research and management.** Exploration in GIS Technology UNITAR, 3 (1999), p. 94.
- 17 - YAHYA, N. N; MOHD, I. S. M.; AHMAD, A.; KOMATZU, T. **Seagrass and seaweed mapping using ALOS AVNIR-2 and LANDSAT-5 TM satellite data.** Malaysian Remote Sensing Society, April 28-29 2010, Kuala Lumpur, Malaysia.