

APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) PARA A AVALIAÇÃO DAS RESEX MARINHAS NA ZONA COSTEIRA PARAENSE

Carolina da Silva Gonçalves¹, Milena Marília Nogueira Andrade²

RESUMO

Na região Amazônica, a linha de costa ocupa cerca de 2.250 km de extensão e em sua grande maioria estão em Unidades de Conservação (UC). Estas possuem dinâmicas climáticas, antrópicas e ambientais diferentes das regiões de maiores latitudes, apresentando assim alguns conflitos e pressões antropogênicas que incluem: ocupação não regulamentada de terras para atividades econômicas – em particular os manguezais; conflitos em relação à pesca industrial; presença de poluentes nos manguezais e nas zonas entre marés. Os corredores ecológicos são ferramentas de gestão territorial, que têm como principal objetivo a manutenção dos recursos naturais e a integração de comunidades tradicionais, evitando assim a perda da biodiversidade. Tendo em vista a importância da preservação das Unidades de Conservação da Zona Costeira, as geotecnologias e o uso do sensoriamento remoto apresentam-se como ferramentas de controle ambiental, além de evidenciarem perspectivas de uso e manejo dos recursos naturais. Nessa perspectiva, os Índices de Vegetação tem como objetivo enfatizar comportamentos espectrais na superfície terrestre, facilitando assim o monitoramento dessas áreas. Com isso, o presente trabalho objetivou a aplicação do Índice de Vegetação Normalizada nas Reservas Extrativistas Marinha da Zona Costeira Paraense, apresentando como principal resultado que tal espaço apresenta 86,27% de na classe de vegetação.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Unidades de Conservação, Corredor Ecológico.

ABSTRACT

In the Amazon region, the coastline is approximately 2,250 km long and the vast majority of it is in Conservation Units (UC). These have different climatic, anthropogenic and environmental dynamics than regions at higher latitudes, thus presenting some conflicts and anthropogenic pressures that include: unregulated occupation of land for economic activities – in particular mangroves; conflicts regarding industrial fishing; presence of pollutants in mangroves and intertidal zones. Ecological corridors are territorial management tools, whose main objective is to maintain natural resources and integrate traditional communities, thus avoiding the loss of biodiversity. Considering the importance of preserving Conservation Units in the Coastal Zone, geotechnologies and the use of remote sensing are presented as environmental control tools, in addition to highlighting perspectives for the use and management of natural resources. From this perspective, Vegetation Indices aim to emphasize spectral behaviors on the Earth's surface, thus facilitating the monitoring of these areas. With this, the present work aimed to apply the Standardized Vegetation Index in the Marine Extractive Reserves of the Coastal Zone of Pará, presenting as its main result that this space presents 86.27% of vegetation class

Keywords: Geoprocessing, Conservation Units, Ecological Corridor.

¹ Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia - Universidade Federal do Pará. linacrsg@gmail.com

² Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia – Universidade Federal do Pará. milenamarilia.andrade@gmail.com

INTRODUÇÃO

As regiões costeiras são espaços que possuem uma enorme variedade cultural e biológica, além de inúmeros ambientes naturais (PESSOA *et al.*, 2019). O litoral brasileiro possui cerca de 8.500 km de extensão (SILVA JUNIOR *et al.*, 2020).

Na região Amazônica, a linha de costa ocupa cerca de 2.250 km de extensão e em sua grande maioria estão em Unidades de Conservação (UC). Estas possuem dinâmicas climáticas, antrópicas e ambientais diferentes das regiões de maiores latitudes, apresentando assim alguns conflitos e pressões antropogênicas que incluem: ocupação não regulamentada de terras para atividades econômicas – em particular os manguezais; conflitos em relação à pesca industrial; presença de poluentes nos manguezais e nas zonas entre marés (SZLAFSZTEIN, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2011; PEREIRA *et al.*, 2018; PESSOA *et al.*, 2019).

A criação do Conglomerado de Unidades de Conservação, denominado Corredores Ecológicos, é um instrumento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (capítulo I, artigo 2º). Os corredores ecológicos são ferramentas de gestão territorial, que têm como principal objetivo a manutenção dos recursos naturais e a integração de comunidades tradicionais, evitando assim a perda da biodiversidade (REIS e SOUZA, 2014). A principal diferenciação de um Corredor Ecológico para uma Unidade de Conservação isolada é a possibilidade do fluxo gênico e a viabilidade de populações que demandam mais do que apenas um único território para sobreviver.

A implementação de um Corredor Ecológico depende da pactuação entre a União, Estados e Municípios para permitir que os órgãos governamentais responsáveis pela preservação do ambiente e outras instituições parceiras possam atuar em conjunto para fortalecer a gestão das Unidades de Conservação, elaborar estudos, prestar suporte aos proprietários rurais e aos representantes de comunidades quanto ao planejamento e o melhor uso do solo e dos recursos naturais (PIMENTEL, 2019).

A importância dos corredores ecológicos é evidenciada também por Belote *et al.* (2017), que demonstra que áreas contínuas de preservação favorecem a diminuição de pressões, apresentando-se menos modificadas espacialmente. Isso é diferente de áreas

Unidades sem conectividade, que com o decorrer do tempo, se fragmentam, com perdas de seus recursos naturais. De acordo com Kharouba e Kerr (2010), as Unidades de Conservação que não manifestam relação com outras possuem estagnação da reprodução de espécies por demonstrar um engessamento dos seus recursos naturais. Tal fato está relacionado pelas delimitações de áreas serem condicionantes da proliferação, havendo assim, um bloqueio do desenvolvimento natural da fauna e da flora.

De acordo com Pimentel (2019), a implantação do Corredor Ecológico de Unidades de Conservação no Pará teve como perspectiva principal atenuar os impactos ambientais por uso predatório provenientes do conjunto ecológico de manguezais, que se caracteriza com uma grande importância social e ecológica.

Tendo em vista a importância da preservação das Unidades de Conservação da Zona Costeira, as geotecnologias e o uso do sensoriamento remoto apresentam-se como ferramentas de controle ambiental, além de evidenciarem perspectivas de uso e manejo dos recursos naturais (OCHTYRA et al., 2020). Nessa perspectiva, Silva et al. (2020) afirma que Índices de Vegetação tem como objetivo enfatizar comportamentos espectrais na superfície terrestre, facilitando assim o monitoramento dessas áreas.

Para Wang et al. (2020) o monitoramento de vegetação desempenha um papel fundamental na compreensão das mudanças ecológicas. Nesse contexto de transformações, Hu e Xia (2018) apontam as atividades humanas como fator principal de alteração de vegetação.

Com o apresentado, o presente trabalho justifica pela importância do monitoramento em áreas costeiras, que apresentam fatores de pressões ambientais e sociais, apresentando como objetivo principal, a análise espacial através de Índices de Vegetação para a avaliação das Resex Marinhas da Zona Costeira Paraense.

METODOLOGIA

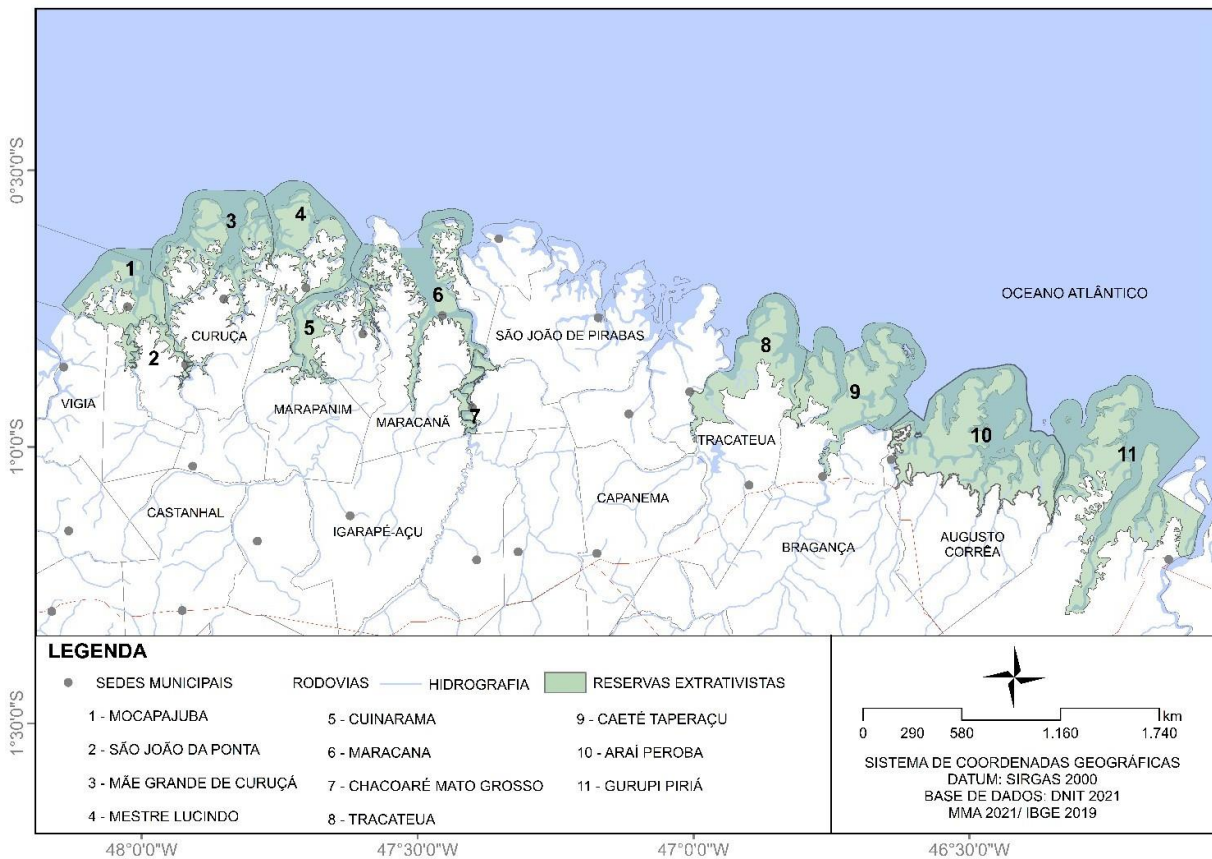
Área de Estudo

A linha de costa do estado do Pará possui cerca de 600 km de extensão, e assim como a maioria da zona costeira amazônica, sua maior parte está composta por Unidades de Conservação, em especial as Reservas Marinhas. As Reservas Extrativistas Marinhas do nordeste paraense são: Mãe Grande de Curuçá, São João da Ponta, Caeté-Taperaçu, Tracuateua, Araújo-Peroba, Gurupi- Piriá, Chocoaré-Mato Grosso, Mocapajuba, Mestre Lucindo e Cuinarana. As Resex de Mocapajuba, Mestre Lucindo e Cuinarana foram



implantadas, em 2014, nove anos após a criação das demais.

Figura 1: Mapa de Localização das Resex da Costa Paraense



Fonte: MMA 2021, IBGE 2019.

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

O NDVI foi um dos primeiros índices de vegetação desenvolvidos e ainda hoje é amplamente utilizado, tendo sido explorado de diferentes formas na agricultura, silvicultura e pesquisas climáticas. Desenvolvido por Rouse et al. (1974), produziu vários outros índices que são transformações do NDVI na tentativa de reduzir os efeitos do solo e da atmosfera e melhorar o desempenho dos índices de vegetação na avaliação da vegetação.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é usado principalmente em pesquisas de propriedades ambientais que permitem a análise em diferentes escalas da cobertura vegetal de uma determinada área. É a diferença entre a reflectância do infravermelho próximo e a reflectância do vermelho dividida pela soma das duas reflexividades. O expoente gerado por esta equação pode variar de -1 a 1.

A análise da distribuição da cobertura vegetal da área será realizada por meio do NDVI, através da equação proposta por Rouse et al. (1974):



$$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V}$$

Onde *IVP* corresponde à reflectância da banda no Infravermelho próximo e *V* ao valor de reflectância da banda no vermelho.

Geração de Produtos Cartográficos

Utilizou-se 12 imagens do satélite Landsat 8, que apresentam resolução espacial 30 metros, que estão disponíveis na base de Dados do Google Earth Engine. Para calcular o NDVI, foram inseridas as equações apropriadas no código do Google Earth Engine. Como resultado, foi gerado um raster com valores espectrais que variam de -1 a 1. No entanto, devido à natureza decimal desses valores, foi necessário estabelecer um parâmetro para permitir a classificação e separação em classes com valores inteiros, o que facilitou o processo de classificação. Em seguida, o mapeamento dessas classes foi realizado na plataforma de geoprocessamento QGIS 3.22 Białowieża.

REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse contexto as Reservas Extrativistas Marinhas contemplam a singularidade da tradição e da valorização de seu território, apresentando uma estrutura diferenciada em relação à sua dinâmica socioambiental. As Resex Marinhas apresentam uma dinâmica diferente do que as Resex Terrestres. A diferença principal se resume em ter seu território parcialmente ou totalmente dentro do ambiente marinho, tal fator apresenta-se como entrave para o processo de boa gestão, visto que as políticas em relação aos ambientes aquáticos ainda possuem lacunas acerca de sua preservação (AQUINO *et al.*, 2017).

As Resex Marinhas na Amazônia surgem a partir do transmute dos modelos originários de manejo florestal, formando assim as primeiras Reservas Extrativistas (DIEGUES, 2008; SANTOS e SCHIAVETTI, 2013). De acordo com Bucci (2009), tais espaços apresentam peculiaridades que transcendem o território e passam para a territorialidade, ou seja, o espaço apresenta uma ligação intrínseca com seus atores, visto que a chave de suas dinâmicas compreende as populações tradicionais:

“O caso das reservas extrativistas marinhas foi um outro momento deste reconhecimento, pois esses territórios não eram mais apenas

constituídos de terras, mas também de águas - rios, lagos, mares, estuários - e a legislação nacional é frágil (ainda hoje) frente a estas novas questões de reconhecimento consuetudinário em territórios aquáticos. Por outro lado, os povos que vivem nestes locais definem, classificam e se representam nestes lugares com muita legitimidade e conhecimento sobre os complexos processos de pertencimento e reconhecimento destes territórios, pelos quais preservam suas (re) produções socioculturais, econômicas, políticas e ambientais, estabelecendo suas próprias formas de manutenção de natureza e cultura, ambiente e sociedade” (BUCCI, 2009,).

As Unidades de Conservação de Uso Sustentável, principalmente as Reservas Extrativistas, vêm de um contexto de luta de movimentos sociais por reconhecimento, conciliando a proteção ambiental com a gestão e uso racional dos recursos naturais (PROST, 2018).

Mediante a isso, criação do Conglomerado de Unidades de Conservação, denominado Corredores Ecológicos, é um instrumento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (capítulo I, artigo 2º). Os corredores ecológicos são ferramentas de gestão territorial, que têm como principal objetivo a manutenção dos recursos naturais e a integração de comunidades tradicionais, evitando assim a perda da biodiversidade (REIS e SOUZA, 2014). A principal diferenciação de um Corredor Ecológico para uma Unidade de Conservação isolada é a possibilidade do fluxo gênico e a viabilidade de populações que demandam mais do que apenas um único território para sobreviver.

A implementação de um Corredor Ecológico depende da pactuação entre a União, Estados e Municípios para permitir que os órgãos governamentais responsáveis pela preservação do ambiente e outras instituições parceiras possam atuar em conjunto para fortalecer a gestão das Unidades de Conservação, elaborar estudos, prestar suporte aos proprietários rurais e aos representantes de comunidades quanto ao planejamento e o melhor uso do solo e dos recursos naturais (PIMENTEL, 2019).

A importância dos corredores ecológicos é evidenciada também por Belote *et al.* (2017), que demonstra que áreas contínuas de preservação favorecem a diminuição de pressões, apresentando-se menos modificadas espacialmente. Isso é diferente de áreas limitadas e sem conectividade, que com o decorrer do tempo, se fragmentam, com perdas de

De acordo com Pimentel (2019), a implantação do Corredor Ecológico de Unidades de Conservação no Pará teve como perspectiva principal atenuar os impactos ambientais por uso predatório provenientes do conjunto ecológico de manguezais, que se caracteriza com uma grande importância social e ecológica.

Os manguezais são classes da paisagem que se caracterizam por sua grande importância social e ecológica (PIMENTEL, 2019) e que apresentam uma cobertura vegetal de aspecto peculiar, na qual a zonação e o desenvolvimento estrutural são condicionados pela pluviometria, granulometria do sedimento, temperatura e hidrodinâmica dos fluxos de água doce (rio) e salgada (mar) (OLIVEIRA, 1984). Conforme Oliveira e Cunha (2007), “os manguezais protegem a linha da costa e as margens dos estuários contra erosão e enchentes, diminuindo a força das águas; filtram os poluentes, reduzindo a contaminação das praias”. Além da grande importância para o ambiente, o manguezal desempenha funções econômicas para muitas comunidades ribeirinhas, que retiram desse ambiente o sustento para as suas famílias, com a extração e venda de peixes, moluscos e crustáceos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

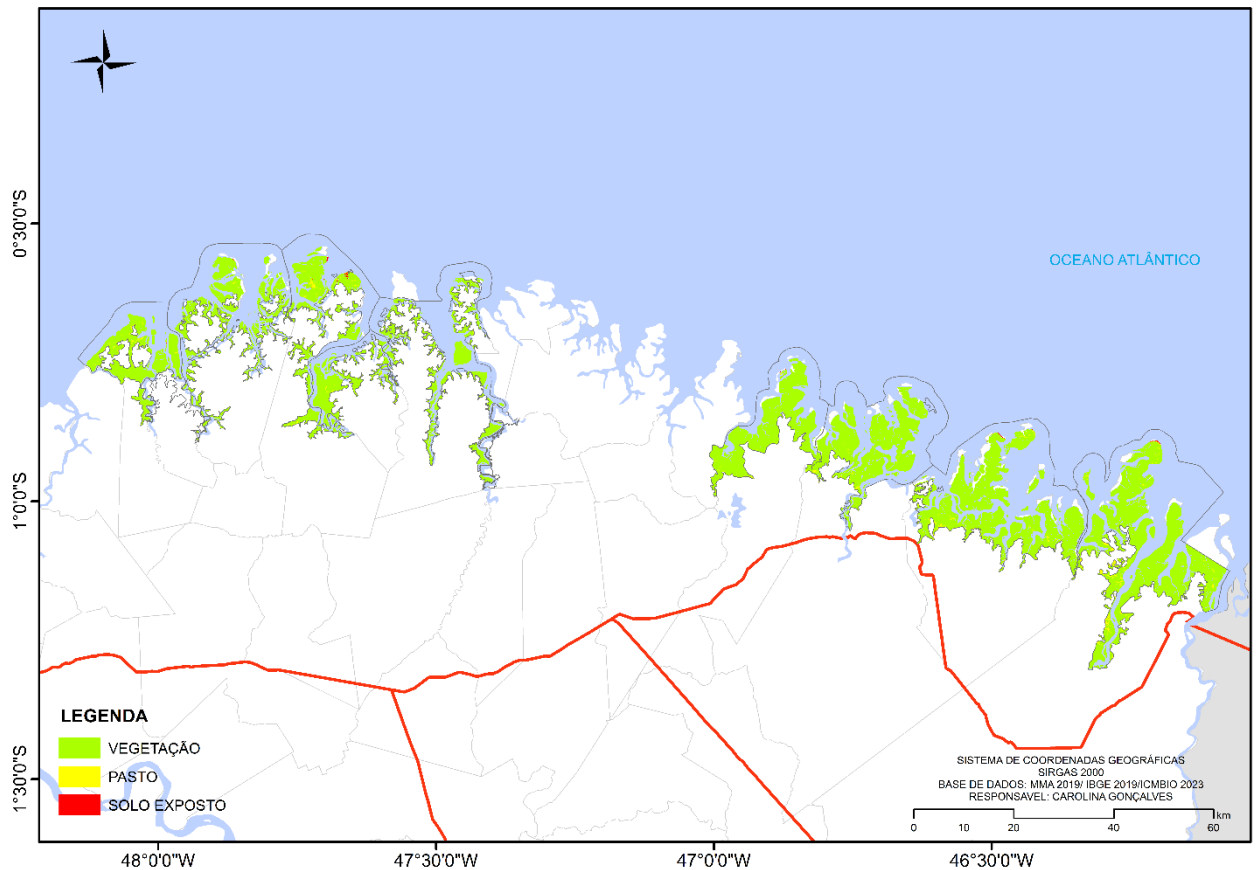
As classes foram divididas de acordo com o valor espectral gerado pelo NDVI, onde obteve-se

- a) -1 a 0: valores negativos que representam corpos hídricos;
- b) 0 a 0,4: valores que representam classes antropizadas;
- c) 0,4 a 1: valores que apresentam vegetação.

Após a divisão das classes foram obtidos que da área total das 12 Unidades de Conservação avaliadas, 86,27% de sua área encontra-se na classe de vegetação e 7,56% como área antropizada.



Figura 2: Mapa de NDVI das Resex da Costa Paraense



Fonte: Catalogo de Imagens GEE, 2023.

A área de vegetação mapeada é composta por manguezais, locais que apresentam benefícios ecossistêmicos - atuando como importantes reguladores de emissões de carbono - , além de representarem fonte de subsistência para comunidades inseridas nas Unidades de Conservação. Nesse sentido é importante ressaltar a importância do papel das Resex Marinhas para a proteção da Zona Costeira Paraense; entretanto através das análises espaciais foi possível constatar que parte da classe antropizada é fragmento dentro da vegetação nativa dessas Resex, indicando continuidade de pressões ambientais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do presente estudo exemplifica o uso do sensoriamento remoto, sobretudo o NDVI para a análise de cobertura vegetal; mostrando-se eficiente para estudos em Zona Costeira.

Ficando assim, evidente as contribuições das geotecnologias no monitoramento de recursos naturais e em futuras estratégias para a mitigações de pressões em Unidades de Conservação.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior – CAPES.

REFERÊNCIAS

AQUINO, S.; CAVALHEIRO, L.; PELLEZ, M. Análise de legislação brasileira sobre a água: a necessidade de um redimensionamento diante de sua imprescindibilidade à manutenção da vida. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**. V. 7. N. 2. P. 61-82. 2017.

BELOTE, R.; DIETZ, M.; JENKINS, C.; MCKINLEY, P.; IRWIN, G.; FULLMAN, T.; BUCCI, T. Implementação da Reserva Extrativista Marinha Do Corumbau-BA: relações de atores e processos de mudanças. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Universidade Estadual de Santa Cruz. P. 116 2009.

COSTA R. Natural and Social Conditions of Princesa, a Macrotidal Sandy Beach on the Amazon Coast of Brazil. **Journal of Coastal Research**. V. 64. P. 1979–1983. 2011.

DIEGUES, A. **O Mito Moderno da Natureza Intocada**. Editora Hucitec: NAPAUB/USP, 6^o Edição. São Paulo, P. 198. 2008.

Evaluation of Vegetation Indexes in Land Use and Land Cover Classification. **Geology, Ecology and Landscapes**. 2020.

FILHO, P.; COSTA, M. Natural and Antropogenic Impacts on a Macrotidal Sandy Beach of the Brazilian Amazon (Ajuruteua. Pará): Guidelines for Coastal Management. **Journal of Coastal Research**. V. 64. P. 1385-1389. 2011.

HU, M.; XIA, B. A Significant Increase in the Normalized Difference Vegetation Index During the Rapid Economic Development in the Pearl River Delta of China. **Land Degradation and Development**. 2019.

KHAROUBA, H.; KERR, J. Just Passing Trough: Global Change and the Conservation of



Biodiversity in Protected Areas. **Biological Conservation**. V. 143. P. 1094 -1101. 2010.

LEPPI, J.; APLET, G. Wild, Connected, and Diverse: Building a More Resilient System of Protected Areas. **Ecological Applications**. V. 27. N. 4. P. 1050–1056. 2017.

OCHTYRA, A.; MARCINKOWSKA-OCHTYRA, A.; RACZKO, E. Threshold-and Trend- Based Vegetation Change Monitoring Algorithm Based on the Inter-Annual Multi-Temporal Normalized Difference Moisture Index Series: A case Study of the Trata Montains. **Remote Sensing of Enviroment**. 2020

OLIVEIRA, E. Brazilian mangal vegetation with special emphasis on the seaweeds. In: POR, F.; DOR, I. (Org.). **Hydrobiology of the Mangal. The Ecosystem of the Mangrove Forests**. Boston: Dr. W. Junk Publishers. P. 55-65. 1984.

OLIVEIRA, S.; PEREIRA, L.; VILLA-CONCEJO, A.; GORAYEB, A; SOUSA, R.; SOUZA-PEREIRA, L.; SOUZA-FELIX, R.; COSTA, R.; JIMENEZ, J. Challenges of The Recreational Use of Amazonas Beaches. **Ocean and Coastal Management**. N. 165. P. 52 – 62. 2018.

PESSOA, R.; JIMENEZ, J.; COSTA, R.; PEREIRA, L. Federal Conservation Units in The Brazilian Amazon Coastal Zone: An Adequate Approach to Control Recreational Activities? **Ocean and Coastal Management**. N. 178. P. 1-10. 2019.

PIMENTEL, M. Comunidades Tradicionais em Reservas Extrativistas Marinhas no Estado do Pará: Conflitos e Resistências. **Ambientes: Revista de Geografia e Ecologia Política**. V. 1. N.1. P. 191-218. 2019.

REIS, L.; SOUZA, J. O Corredor Ecológico como Instrumento de Gestão Ambiental dos Habitats Fragmentados. **Revista Fórum Ambiental da Alta Paulista. Biodiversidade e Unidades de Conservação**. V. 10. N. 3. P. 71-84. 2014.

SANTOS, C.; SCHIAVETTI, A. Reservas Extrativistas Marinhas do Brasil: Contradições de Ordem Legal, Sustentabilidade e Aspecto Ecológico. **Boletim Instituto de Pesca**. V. 39. N. 4. P. 479-494. 2013.

SILVA JUNIOR, O.; SANTOS, L.; RODRIGUES, M. Panorama dos Riscos Costeiros no Estado do Amapá: Conhecer para Agir. *Revista AGB*. P. 454-472.

SZLAFSZTEIN, C. Indefinições e Obstáculos no Gerenciamento da Zona Costeira do Estado do Pará. **Revista de Gestão Costeira Integrada**. V. 9. N. 2. P. 47-58. 2009.

XV
ENAN
PEGE

ENCONTRO NACIONAL DE
PÓS-GRADUAÇÃO E
PESQUISA EM GEOGRAFIA



WANG, F.; LIU, X.; LI, Y.; WANG, T. Spatial and Temporal Changes in the Normalized Difference Vegetation Index and Response to Climate Change in Shaanxi Province, China. **Earth and Environmental Science**. 2020.