



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM GEOGRAFIA - PROPGEO**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO CEARÁ - UECE**

Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -
Campus do Itaperi, Fortaleza/CE

**EVOLUÇÃO DAS ÁREAS DE
MANGUEZAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA GENIPARANA
NA ILHA DO MARANHÃO COM
DADOS DE SENSORIAMENTO
REMOTO**

**Alessânia Silva de Lucena
Carneiro**

André Luís Silva dos Santos

Citação: CARNEIRO, A. S. L.;
SANTOS, A. L. S. EVOLUÇÃO
DAS ÁREAS DE MANGUEZAL
DA BACIA HIDROGRÁFICA
GENIPARANA NA ILHA DO
MARANHÃO COM DADOS DE
SENSORIAMENTO REMOTO.
Revista GeoUECE (Online), v.
08, n. 14, p. 11-22, jan./jun.
2019. ISSN 2317-028X.



EVOLUÇÃO DAS ÁREAS DE MANGUEZAL DA BACIA HIDROGRÁFICA GENIPARANA NA ILHA DO MARANHÃO COM DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

EVOLUTION OF MANGROVES AREAS OF THE GENIPARAN HYDROGRAPHIC BOWL IN THE ISLAND OF MARANHÃO WITH REMOTE SENSING DATA

DÉVELOPPEMENT DES RÉGIONS DE MANGROUITS DU BASSIN HYDROGÉNIER DE L'ÎLE DE MARANHÃO AVEC DES DONNÉES DE DÉTECTION À DISTANCE

Alessânia Silva de Lucena CARNEIRO ¹

André Luís Silva dos SANTOS ²

¹ E-mail: alessanialucenacarneiro@gmail.com;

² E-mail: andresantos@ifma.edu.br;

RESUMO

O principal objetivo desta pesquisa é analisar a evolução temporal de áreas de mangue na bacia hidrográfica Geniparana na ilha do Maranhão, nordeste do Brasil, nos anos de 1984 a 2015 configurando uma abordagem multitemporal com uma avaliação através de mapas elaborados a partir de imagens de satélite de forma qualitativa e quantitativa quando trata do cálculo de área de mangue. Foram usadas imagens do satélite Landast 5 TM e Landast 8 OLI de 1984 e 2015, respectivamente, obtidas no site do USGS americano e processadas no software QGIS 2.8.3. A área de manguezal foi analisada com uma interpretação visual da composição colorida e em sequência a classificação supervisionada que compôs o mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica Geniparana. Calculou-se a área de mangue obtendo o quantitativo para o ano de 1984 e 2015 e a perda ocorrida ao longo de 31 anos de comparação. O resultado da análise multitemporal evidenciou a redução no intervalo de 31 anos de aproximadamente 580 ha, mostrando a eficiência do método, para a detecção de supressão de mangue e consequente mudança no ambiente. Este estudo configura-se como alerta, sobre o abandono da bacia hidrográfica Geniparana localizada na Ilha do Maranhão.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Bacia hidrográfica. Manguezal.

ABSTRACT

The main objective of this research is to analyze the temporal evolution of mangrove areas in the Geniparana basin on the island of Maranhão, northeastern Brazil, from 1984 to 2015, setting up a multitemporal approach with an evaluation through maps elaborated from satellite images in a qualitative and quantitative way when dealing with the calculation of mangrove area. Images from the Landast 5 TM and Landast 8 OLI satellite from 1984 and 2015, respectively, obtained from the USGS website and processed in the QGIS 2.8.3 software were used. The mangrove area was analyzed with a visual interpretation of the colored composition and in sequence the supervised classification that composed the land use and occupation map of the Geniparana basin. It was





calculated the mangrove area obtaining the quantitative for the year 1984 and 2015 and the loss occurred during 31 years of comparison. The results of the multitemporal analysis evidenced the reduction in the 31 year interval of approximately 580 ha, showing the efficiency of the method, for the detection of mangrove suppression and consequent change in the environment. This study is an alert on the abandonment of the Geniparana basin located on the Island of Maranhão.

Keywords: Remote sensing. Hydrographic basin. Mangrove

RÉSUMÉ

L'objectif principal de cette recherche est d'analyser l'évolution temporelle des zones de mangroves dans le bassin versant de Geniparana dans l'île de Maranhão, au nord-est du Brésil, de 1984 à 2015 en configurant une approche multitemporelle avec une évaluation à l'aide de cartes réalisées à partir d'images satellites. quantitativement et qualitativement en ce qui concerne le calcul de la superficie des mangroves. Les images satellites Landast 5 TM et Landast 8 OLI de 1984 et 2015, respectivement, obtenues à partir du site USGS US et traitées dans le logiciel QGIS 2.8.3, ont été utilisées. La zone de mangrove a été analysée avec une interprétation visuelle de la composition chromatique et en séquence la classification supervisée constituant la carte d'utilisation et d'occupation des sols du bassin versant de Geniparana. La superficie de mangrove a été calculée en obtenant la quantité pour les années 1984 et 2015 et la perte sur 31 années de comparaison. Le résultat de l'analyse multitemporelle a montré une réduction de l'intervalle de 31 ans d'environ 580 ha, ce qui montre l'efficacité de la méthode pour détecter la suppression des mangroves et les modifications consécutives de l'environnement. Cette étude met en garde contre l'abandon du bassin versant de Geniparana situé dans l'île de Maranhão.

Mots-clés: Télédétection. Bassin fluvial. Marais de mangroves

1. INTRODUÇÃO

Nosso estudo realizou-se no Estado do Maranhão situado na região nordeste do Brasil, tipo climático predominante sobre é o tropical úmido com abundância de água nos meses de janeiro à maio que são os meses mais chuvosos do ano e deficiência de água nos meses de julho à setembro pois encontra-se o período seco do ano. Apresenta temperatura média anual de 26,5°C, umidade relativa do ar média anual de aproximadamente 80 %. A Ilha do Maranhão é composta por quatro municípios: São Luís, Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa e compreende doze bacias hidrográficas que apresentam área total de 874,449 km². A nossa pesquisa realizou-se na bacia hidrográfica Geniparana compreendida na Ilha do Maranhão apresentando uma área de 81,110 km² (NUGEO, 2016).

Dada a importância de se proteger e gerir os recursos hídricos salienta-se que de acordo com a Lei Federal Nº 9.433 de 08 de Janeiro de 1997 a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de



Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos ressaltando assim a importância da bacia hidrográfica no contexto de conservação da água, o bem público mais valioso para os seres vivos, bem como da vegetação, incluindo os manguezais que a compõem.

Adotar a bacia hidrográfica enquanto unidade de planejamento não é o suficiente a se fazer sendo de suma importância implantar e manter sistemas eficientes de monitoramento da qualidade e da quantidade das águas e dos sistemas hídricos, bem como o acompanhamento e avaliação desse recurso essencial para a vida. A bacia hidrográfica consiste em uma área de captação natural dos fluxos de água originados a partir da precipitação, que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, para tanto é necessário a definição de um curso d'água, de um ponto ou seção de referência ao longo deste curso d'água e de informações sobre o relevo da região. (NUGEO, 2016).

Estudo sobre bacias hidrográficas vem sendo amplamente divulgados e abordam os mais diferentes aspectos e utilizam as mais variadas ferramentas de pesquisa. Dentre as opções pode-se estudar o fluxo de água, o canal principal, a mata ciliar, o relevo, a vegetação que a compõe dentre outras. Nesta pesquisa o foco de nosso estudo foi a vegetação de mangue e para alcançar sucesso nos resultados utilizou-se o sensoriamento remoto e o software QGIS 2.8.3 para o tratamento das imagens com foco no manguezal.

Manguezal é um termo utilizado para designar o ecossistema manguezal que é um espaço de interação entre populações de plantas, animais e microrganismos enquanto que o mangue é a palavra que define a união de grupos florísticos que compartilham de afinidades nas suas características fisiológicas (ICMbio, 2018). Os manguezais estão compreendidos nas faixas tropical e subtropical da terra ocupando regiões tipicamente inundadas por marés, onde o substrato é geralmente consolidado. No Brasil encontram-se desde a foz do rio Oiapoque no Estado do Amapá até o Estado de Santa Catarina (ALVES, 2001). Composto a Amazônia Legal do país, o Estado do Maranhão juntamente com o estado do Pará e Amapá, são responsáveis por cerca de 50% da área de manguezais do Brasil segundo pesquisas de MOCHEL (2002).

De acordo com estudos de Espig et al., (2007) na Ilha do Maranhão que engloba nossa área de estudo predominam quatro espécies de mangue: *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Laguncularia racemosa* (mangue



branco) *Avicennia schaueriana* (mangue preto) e *Conocarpus erectus* (mangue de botão) e Mochel (2002) acrescenta ainda as espécies *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora harrisonii* e *Avicennia shaueriana* como componentes das florestas de manguezal maranhense, ambiente este, rico e diversificado de extrema importância para manutenção da vida de muitas espécies, garantindo alimento, abrigo e proteção natural para reprodução das mesmas (ALVES, 2001).

Dada à importância ambiental e diversidade biológica necessita-se realizar um monitoramento da evolução das áreas de manguezal na bacia hidrográfica Geniparana na Ilha do Maranhão, uma vez que o mesmo vem sofrendo com pressão da ocupação de suas proximidades para construções de moradia e pela introdução de lixo e efluentes domésticos no rio Geniparana que é o canal principal desta bacia. Vale salientar que devido a localização do manguezal em áreas litorâneas e estas áreas encontram-se muito valorizadas em nosso estado, favorece a ocupação dessas áreas. Em sua maioria por empreendimentos imobiliários afinal, essas áreas litorâneas são tidas como áreas nobres e de alto valor financeiro. A outra situação se deve por conta da ocupação da ilha do Maranhão na parte central está praticamente esgotada, levando a ocupação para regiões de proximidade de rios e marés, disputando lugar com a vegetação de mangue.

Embora tenha grande valor, a zona costeira sofre com a variabilidade induzida por mudanças globais, além de sofrer com o avanço da grande densidade populacional e vem abrigando grande parte das áreas urbanas e regiões industriais de acordo com os relatos de Lacerda et al., (2006). A pressão demográfica nas proximidades do rio e dos manguezais da bacia hidrográfica Geniparana nos chamou atenção e trouxe reflexões acerca do assunto, instigou a curiosidade e preocupação com o ecossistema manguezal, favorecendo e impulsionando a investigação dos impactos que esse ecossistema vem sofrendo com o passar do tempo.

Esta investigação contou com o sensoriamento remoto uma geotecnologia que constitui uma opção de uso crescente em meio aos pesquisadores ambientais, devido sua eficiência e custo baixo, onde têm-se a possibilidade de estudar grandes áreas sem a necessidade de estar em contato direto com ela, pois através das imagens de satélite disponibilizadas gratuitamente nos sites do INPE e USGS as imagens tem precisão de 30 metros



possibilitando realizar as análises distantes do objeto de estudo, embora em muitos casos, como foi o nosso além do trabalho de gabinete, visitas em campo foram pontuais para incrementar com mais veracidade as informações obtidas pelas imagens. A utilização das técnicas de sensoriamento remoto em vegetação, foco do nosso estudo, é baseado em entender características específicas de determinada cobertura vegetal e esta diferença se deve a parâmetros e fatores ambientais. Ressalta-se que a folha é o constituinte vegetal mais importante, pois apresenta maior interatividade quanto ao processo de absorção e reflexão. O comportamento espectral de uma folha varia de acordo com o grupo que ela pertence, pois cada grupo se comporta diferente em função de sua composição, morfologia e estrutura interna (PONZONI, 2002) e por este motivo existe a possibilidade de diferenciação entre os tipos de vegetação.

Além das imagens orbitais, utilizamos para o PDI (processamento digital das imagens) o software livre QGIS 2.3.8 e para melhor desempenho no destaque das áreas vegetais de mangue, realizou-se uma composição colorida RGB para 1984 e 2015, imagens base para a classificação supervisionada adotada para elaboração do mapa temático final para comparação multitemporal.

De posse de todos esses mecanismos para alcançar nosso objetivo de analisar a evolução das áreas de manguezal da bacia hidrográfica Geniparana da Ilha do Maranhão em caráter multitemporal, foi mais palpável detectar as mudanças que vem ocorrendo e os impactos sofridos hoje por ações realizadas ao longo dos anos. Logo existe a necessidade de preocupação com o futuro mediante ações do hoje que certamente acarretarão prejuízos futuros. Acredita-se que esta pesquisa se fundamenta na importância de alertar as pessoas para práticas destrutivas de ecossistemas tão importantes na dinâmica ambiental do nosso estado e que nos proporcionam qualidade de vida e proteção e não somente alerta bem como é possível subsidiar e corroborar com implantação de políticas públicas em prol ambiental.

2. MATERIAL E MÉTODO

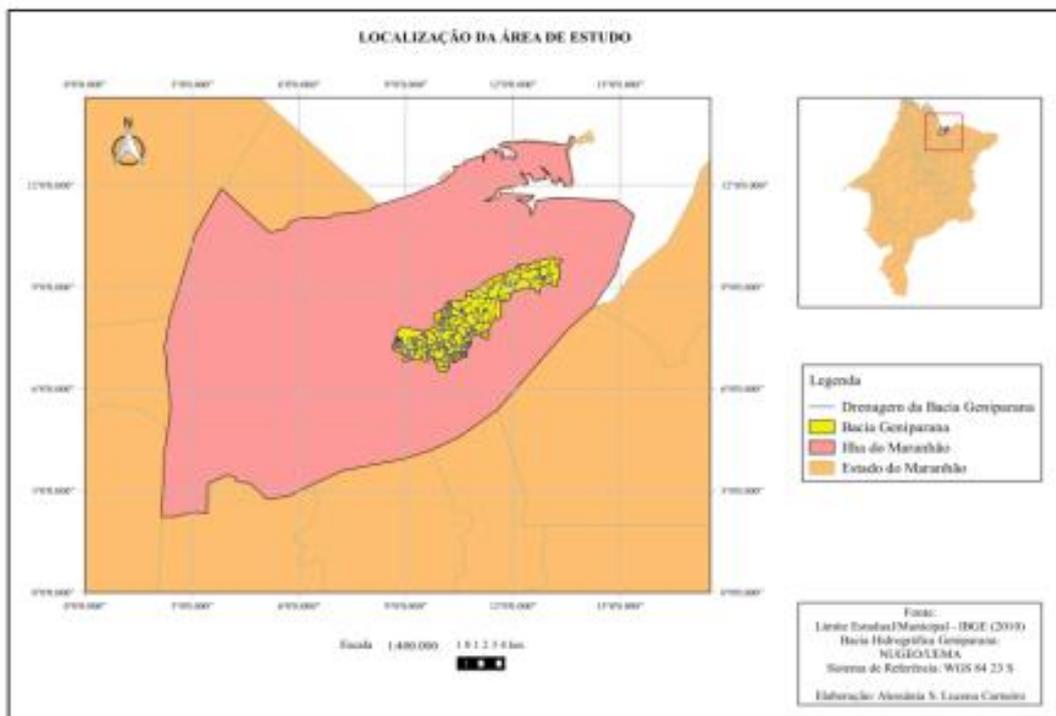
2.1. Área de Estudo

A bacia hidrográfica Geniparana (Figura 01) foco do nosso estudo, localiza-se na Ilha do Maranhão mais precisamente no município de São José de



Ribamar em quase sua totalidade e uma pequena parte na capital São Luís inseridos no Estado do Maranhão pertencendo a região nordeste do Brasil. De acordo com o Nugeo (2016) esta bacia hidrográfica encontra-se no Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhenses que possui uma área de 3.604,62 km², contabilizando cerca de 1,09% da área do Estado do Maranhão, onde neste sistema terras comportamse 22 municípios, mas apenas 4 estão totalmente inseridos na Ilha do Maranhão, região metropolitana de São Luís, composto por Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa e São Luís, a capital do Estado.

Figura 1 – Mapa de Localização da área de estudo. Estado do Maranhão em laranja, Ilha do Maranhão em rosa e a Bacia Geniparana destacada em amarelo.



Fonte: Autores (2018)

2.2. Materiais e Métodos

Na primeira etapa realizou-se o levantamento cartográfico que compreende aquisição (arrolamento) preliminar do material cartográfico, imagens de satélite e dados secundários pré-existentes e levantamento histórico de mudança espacial e possíveis causas de degradação ambiental encontrados na literatura publicada. As imagens desejadas foram obtidas gratuitamente no website do USGS Americano, disponível em earthexplorer.usgs.gov através da procura pela órbita 220 e ponto 62. As imagens do sistema Landsat 5 TM e Landsat 8 OLI corresponderam aos meses de julho em ambas as aquisições.



A segunda etapa realizada foi o processamento dos dados dentre eles o pré-processamento, processamento digital das imagens e os tratamentos dos dados secundários quando necessário. Consequente a terceira etapa se valeu da alimentação dos dados em ambiente SIG, nessa etapa realizou-se o agrupamento preliminar de classes por classificação supervisionada (vetorização) a partir das cartas e imagens de satélite, assim como o controle de campo das diferentes feições. Na quarta etapa realizou-se elaboração dos mapas temáticos, isto no intuito de preparar o material anterior para confecção dos mapas temáticos finais.

Na quinta etapa realizou-se processamento e avaliação espaço-temporal dos dados em SIG com a finalidade de realiza-se os cruzamentos temporais dos mapas temáticos e finalmente na sexta etapa concluiu-se o trabalho mostrando os resultados finais, compreende a geração e interpretação estatística final dos cruzamentos realizado na etapa anterior apresentar de forma sucinta os materiais e métodos utilizados, tais como: método empregado, população e amostra, técnicas, instrumentos e procedimentos de coleta de dados e procedimentos de análise.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor comparação da cobertura do solo e destaque das áreas de manguezal da bacia hidrográfica Geniparana elaborou-se dois mapas temáticos referentes aos anos 1984 e avançando 31 anos outro para o ano de 2015 (Figuras 2 e 3) através dos quais pôde identificar melhor os alvos, diferenciando as áreas de manguezais das demais áreas de ocupação do solo. O processamento digital das imagens como realização da composição colorida das imagens foi a base para identificação mais apurada das áreas de manguezal.

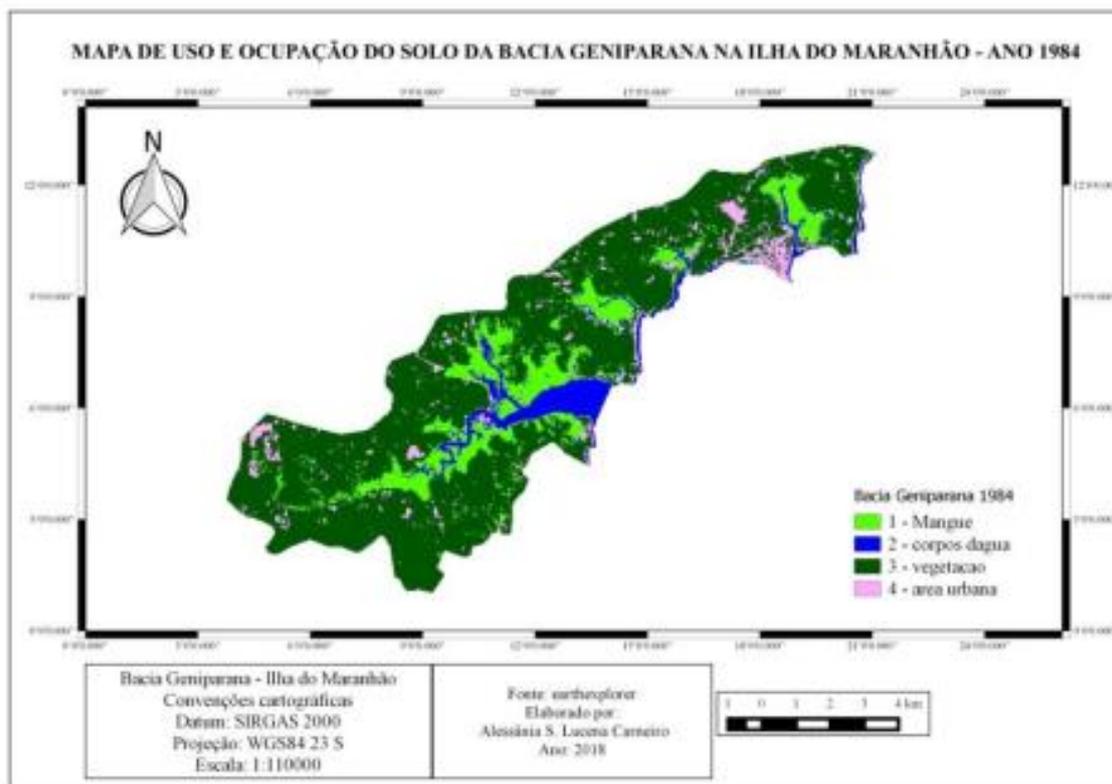
Para realização de uma caracterização geoambiental eficaz definiu-se aplicações de composição coloridas e com base na resposta espectral dos alvos e análises de correlação entre as bandas. Segundo Rocha Junior (2011), a vegetação aparecerá verde ao se aplicar a banda 4 no canal verde, e as águas ficarão mais escuras por absorver mais energia, permitindo a delimitação dos corpos de água e o mapeamento da rede de drenagem, de posse dessas informações realizou-se a composição R(5)G(4)B(3) onde o canal vermelho foi adicionada a banda 5, o canal verde adicionou-se a banda 4 e no canal azul a



banda 3. Esta composição salientou bem os alvos de nosso estudo e sobre elas realizou-se a classificação supervisionada onde cria-se áreas de polígonos sobre os alvos identificados e comprovados e conseguinte a isto o software QGIS 2.3.8 identifica feições semelhante as agrupa numa mesma coloração e classe temática. Para realização da classificação supervisionada coletaram-se cerca de 20 amostras em cada classe totalizando 80 amostras manuais para depois realização do processo automático.

Os mapas elaborados mostraram que as áreas de manguezal sofreram supressão nas áreas de maior concentração de área urbana, nos levando a compreender que os empreendimentos imobiliários e a ocupação desordenada de áreas próximas ao rio Geniparana e na área litorânea de São José de Ribamar foram imprescindíveis para essa supressão do mangue na bacia hidrográfica Geniparana. No ano de 1984 pode-se verificar na Figura 2 que as áreas referentes a área urbana na cor rosa praticamente se restringia a sede municipal de São José de Ribamar, as áreas de manguezal encontravam-se livres da pressão demográfica.

Figura 2 – Mapa de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica Geniparana ano de 1984

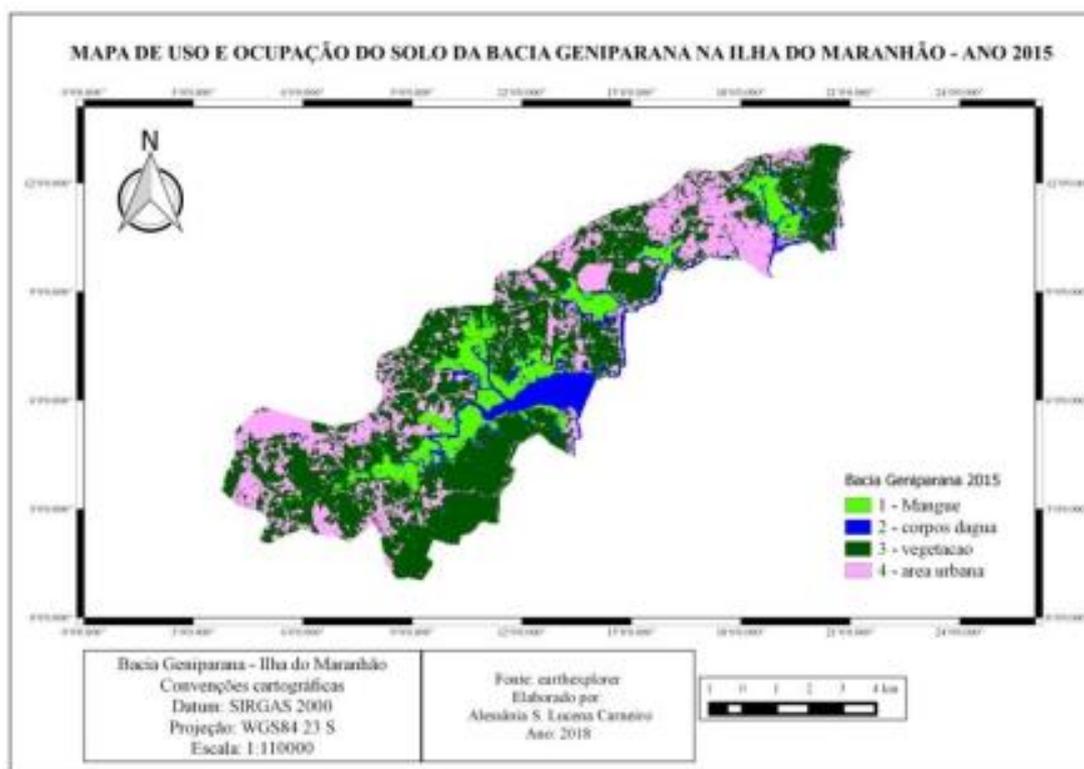


Fonte: Autores (2018).



No ano de 2015 exatamente 31 anos depois se verifica na Figura 3 que as áreas referentes a área urbana representa uma grande mancha suprimindo as áreas de manguezal espalhando-se por quase a totalidade da área da bacia hidrográfica Geniparana. Realizaram-se construções de residências as margens do rio Geniparana contribuindo para o assoreamento e diminuição das áreas de manguezal desta bacia hidrográfica.

Figura 3 – Mapa de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica Geniparana do ano de 2015.



Fonte: Autores (2018).

Essa diminuição gradativa da vegetação da Ilha maranhense de modo geral foi abordada nos trabalhos de Matos e Santos (2011) e contribuindo com as especificidades sobre mangue tivemos na literatura autores como Mochel (2002) e Rodrigues et al., (2013), servindo como base para comparações com os resultados deste trabalho. Matos e Santos (2011) realizou o mapeamento da vegetação na Ilha do Maranhão de 20 anos, entre 1988 a 2010 verificando uma perda de 293,8 km² de devido ao crescimento urbano segundo o próprio autor, que utilizou assim como nossa pesquisa, imagens do satélite Landsat 5 TM, onde



nosso diferencial se deu pela inclusão do Landsat 8 OLI por abordar datas mais recentes.

Outra etapa importante do nosso estudo foi contabilizar as áreas de manguezal perdidas ao longo destes 31 anos de comparação e no quadro 1 pode-se observar que esta bacia hidrográfica sofreu uma queda gigantesca em toda a vegetação pois as áreas urbanas praticamente ocuparam toda a área da mesma, mas chamando atenção para nosso foco de estudo que é o manguezal, fica bem evidente que a perda foi drástica, inicialmente em 1984 apresentava 1.222,79 hectares de área de manguezal e em 2015 esta área compreende apenas 641,85 hectares de área, um decréscimo de quase 50% pois a perda foi de 580,94 hectares de área de manguezal. Demonstrando que este ecossistema tão importante que deveria ser protegido encontra-se na bacia Geniparana em processo de deterioração, abandonado e sofrendo as consequências do descaso estadual.

Quadro 1 – Área de manguezal em 1984 e 2015 e perda em 31 anos.

Mangue	Área (ha)
Ano 1984	1.222,79
Ano 2015	641,85
Área perdida	580,94

Fonte: Autores (2018)

O decréscimo de áreas de manguezal no Maranhão pode ser encontrada na literatura no trabalho de Carneiro et al. (2017) e nossa pesquisa reafirma o que já havia sido proposto para um alcance de 5 anos para a Ilha do Maranhão enquanto nesta pesquisa a área especificou-se para uma bacia hidrográfica contida na Ilha do Maranhão em uma visão mais ampla para 31 anos de comparativo. Todas as pesquisas já realizadas demonstraram a supressão vegetal e principalmente das áreas de manguezal no Estado do Maranhão nas áreas de apresentam grande antropização e pressão demográfica, descrito por Masullo & Rangel (2012) para o ano de 2012 o crescimento de área de solo exposto para o município de São José de Ribamar foi de 160% demonstrando



que a demanda populacional estendeu-se para este município que comporta quase em sua totalidade a bacia hidrográfica Geniparana.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise multitemporal das imagens dos sensores Landsat 5 TM e Landsat 8 OLI de 1984 e 2015, respectivamente, demonstrou eficiência na detecção do decréscimo do mangue na bacia hidrográfica Geniparana da Ilha do Maranhão evidenciando que essa cobertura vegetal de mangue vem sofrendo graves intervenções antrópicas e naturais ocasionando perda drástica na sua distribuição espacial ao longo dos anos de 1984 a 2015, deixando evidente que tais intervenções vem causando extinção do manguezais.

Os impactos observados em um período de 31 anos chegaram ao decréscimo de 580,94 há correspondendo a quase 50% da área inicial no ano 1984. Vale ressaltar que esta pesquisa pode alertar e corroborar como subsídio ao desenvolvimento de políticas públicas voltadas a conservação tanto do manguezal, mas também dos recursos hídricos da bacia do rio Geniparana que encontram-se abandonado pelo poder público e sendo alvo de pessoas sem consciência que a poluição de ambientes como este influenciam diretamente na população local.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Jorge Rogério Pereira (Org). **Manguezais: educar para proteger**. Fundação de Estudos do Mar – FEMAR, Secretaria de Estados do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMADS, 2001. BRASIL. Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei N° 9.433, de 8 de Janeiro de 1997.

CARNEIRO, A. S. L.; SANTOS, A. L. S.; BEZERRA, D. S.; AMARO, V. E.; COSTA, B. C. P.; BORGES, H. P.; AROUCHA, R. J. Análise multitemporal da evolução de áreas de manguezais na ilha do Maranhão com dados de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 18. (SBSR), 2017, Santos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2017. p. 4918-4924. Internet. ISBN 978-85-17-00088-1. IBI: <8JMKD3MGP6W34M/3PSM3TR>. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP6W34M/3PSM3TR>

ESPIG, Silvana Andreoli. REIS, Ilka Afonso. ARAÚJO, Elienê Pontes. Identificação do ecossistema mangue na Ilha do Maranhão através de técnicas de classificação utilizando imagens de sensor CCD-CBERS-2. **Anais XIII**



Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis-Brasil, abril 2007, INPE, p.5731-5737.

Instituto Chico Mende de Conservação da Biodiversidade. **Atlas dos manguezais do Brasil**. Brasília, 2018.176 p.

LACERDA, Luiz Drude et al. Manguezais do nordeste e mudanças climáticas. **Ciência Hoje**, v.39, n.229, 2006.p. 24-29.

MASULLO, Yata Anderson Gonzaga; RANGEL, Maurício Eduardo Salgado. Uso e ocupação do solo e alterações climáticas na Ilha do Maranhão. **Revista Geonorte**, 2012, edição especial 2, v.2, n.5, p.663-674

MATOS, N. F. SANTOS, A. L. S. Uso do sensoriamento remoto e processamento digital para mapear a evolução temporal do índice de vegetação da área urbana de São Luis-MA. In: IX ENEEAMB - Encontro Nacional dos Estudantes de Engenharia Ambiental. Fortaleza, CE. **Anais**. 2011.

MOCHEL, F. R. Programa Integrado Estudos Ecológicos dos Manguezais do Estado do Maranhão. **Revista de Gerenciamento Costeiro Integrado** – para países de língua portuguesa. Santa Catarina, v. 1, n. 2, p. 30-33, 2002.

NUGEO – Núcleo geoambiental da Universidade Estadual Maranhão. **Bacias hidrográficas e climatologia no Maranhão**. São Luís, 2016. 165p.

PONZONI, Flávio Jorge. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: Diagnosticando a mata atlântica**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos -Brasil, 2002.

RÊGO, Shirley Coutinho Alves; LIMA, Priscila Pereira Souza de; LIMA, Maria Niedja Silva; MONTEIRO, Thereza Rachel Rodrigues. Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI E SAVI no município de São Domingos do Cariri - PB. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.2, N.4, p.1217 – 1229, 2012.

ROCHA, J. M. Jr. **Avaliação ecológico-econômica de manguezal de Macau/RN e a importância da aplicação de práticas preservacionistas pela indústria petrolífera local**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Rio Grande do Norte, 2011.

RODRIGUES, Taíssa Caroline Silva; FRANK, Thiago; SOUZA, Ulisses Denache Vieira; KUX, Hermann J. H. Análise da evolução da cobertura do solo em áreas de manguezais na Ilha do Maranhão, entre os anos de 1988 a 2010 com dados de sensoriamento remoto orbital. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, Foz do Iguaçu-PR, Brasil, abril, 2013, INPE.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON, G. **Status of mangrove research in Latin America and the Caribbean**. Boletim do Instituto Oceanográfico. São Paulo. 38 (1): 93-97. 1990.