



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

JOICE SOUSA SILVA- 201412916

**DINÂMICA ESPAÇO- TEMPORAL DOS AMBIENTES DA ILHA DO MARANHÃO:
UM ESTUDO MAIS DETALHADO SOBRE OS MANGUEZAIS.**

SÃO LUÍS – MA

2019

JOICE SOUSA SILVA- 201412916

**DINÂMICA ESPAÇO- TEMPORAL DOS AMBIENTES DA ILHA DO MARANHÃO:
UM ESTUDO MAIS DETALHADO SOBRE OS MANGUEZAIS.**

Monografia apresentada como trabalho de conclusão de curso a Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção de nota no Curso de Engenharia Agrônômica.

Orientadora: Prof^a Dr^a Juliane Borralho de Andrade

SÃO LUÍS

2019

JOICE SOUSA SILVA- 201412916

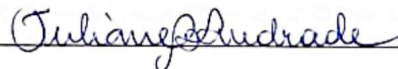
**DINÂMICA ESPAÇO- TEMPORAL DOS AMBIENTES DA ILHA DO MARANHÃO:
UM ESTUDO MAIS DETALHADO SOBRE OS MANGUEZAIS.**

Monografia apresentada como trabalho de conclusão de curso a Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção de nota no Curso de Engenharia Agrônômica.

Orientadora: Prof^a Dr^a Juliane Borralho de Andrade

DATA 4/07/2019

BANCA EXAMINADORA



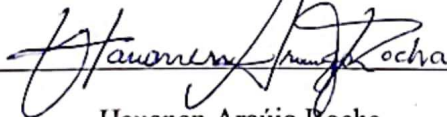
Juliane Borralho De Andrade

(Orientadora)



Ronaldo Haroldo De Menezes

Examinador



Hauanen Araújo Rocha

Examinadora

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus á ele toda honra e toda glória!

Segundo a Minha Família meu bem maior!

Ao meu Pai Francisco e a minha Mãe Valdileia pelo amor incondicional, pela força, carinho e por acreditar no meu sonho e permite realizar.

Ao meu amor Jallison Fernando por sempre acreditar em mim, me dando força nos meus momentos mais difíceis ao longo dessa caminhada, por estar sempre ao meu lado.

As minhas irmãs Flavia, Fernanda, Geovana e Andressa por fazerem parte da minha base familiar, por serem meus tesouros.

As minhas companheiras ao longo de todo curso Leuda Caroline e Barbara Noeme obrigado pela amizade e companheirismo.

A toda minha turma 2014.1 todo meu carinho e admiração pelos meus companheiros de sala.

A minha orientadora Dr^a. Juliane Borralho de Andrade pela confiança e ajuda.

Aos meus orientadores de bolsas durante todo curso.

A todos os professores que se disponibilizaram e repassaram seus conhecimentos.

A minha orientadora de estágio Thais Roseli por ser um amor de pessoa.

“ Um ecossistema que na verdade é um oceano repleto de vida. Agoniza silenciosamente, não por aspirar um alto grau de preservação, mais sim, por sofrer na “pele” com a omissão e o desrespeito humano.”

Denílson da Silva Bezerra.

RESUMO

O Manguezal é um ecossistema costeiro de transição entre ambientes terrestre e marinho, típico de regiões tropicais e subtropicais sujeito a inundações de marés; esse ecossistema, de grande importância não só ecológica mas também econômica e social, vem sendo protegido por vários dispositivos legais, quanto a seu uso e exploração. Mesmo assim, o manguezal encontra-se ameaçado devido à ação (principalmente de origem antropogênica), decorrentes de desmatamentos, implantação de agricultura, poluição e crescimento desordenado da expansão urbana os quais têm causado a eliminação de grandes áreas deste ecossistema. Este ambiente apresenta características específicas com muita matéria orgânica e pouco oxigênio, composto de uma diversidade de espécies adaptadas. Considerando as análises da paisagem e técnicas de SIG (Sistema de Informação Geográfica), com este estudo, objetiva-se, diagnosticar a dinâmica espaço-temporal das áreas de Mangue de toda Ilha do Maranhão. Mapeamentos foram realizados através de imagens do satélite *Landsat TM5*, *Landsat 8 OLI* e imagens adquiridas pelo *Google Earth*, correspondente aos anos de 1984 e 2017, utilizando o Software Spring versão 4.3.3. Análises comparativas, através da interpretação dos Mapas de Uso e Cobertura do Solo dos referidos anos, permitiram diagnosticar o avanço da ocupação no Ecossistema Mangue. Constatou-se também, dentro do espaço temporal de aproximadamente 34 (trinta e quatro) anos, o acelerado crescimento urbano dentro da Ilha afetando diretamente esse ecossistema, o que nos levou a concluir, a forte necessidade imediata e ininterrupta da participação e atuação do Poder Público para a recuperação e não extinção dos manguezais na Ilha do Maranhão.

PALAVRAS – CHAVE: Degradação, Mangue, Geoprocessamento

ABSTRAT

The Mangrove is a coastal ecosystem of transition between terrestrial and marine environments, typical of tropical and subtropical regions subject to tidal flooding; this ecosystem, of great importance not only ecological but also economic and social, has been protected by several legal devices, as to its use and exploration. Even so, the mangrove is threatened due to the action (mainly of anthropogenic origin), due to deforestation, agricultural implantation, pollution and disorderly growth of urban expansion which have caused the elimination of large areas of this ecosystem. This environment presents specific characteristics with a lot of organic matter and little oxygen, composed of a diversity of adapted species. Considering the analysis of the landscape and techniques of GIS (Geographic Information System), this study aims to diagnose the space-time dynamics of the Mangrove areas of the Island of Maranhão. Mapping was done using *Landsat TM5* satellite images, *Landsat 8 OLI* and images acquired by Google Earth, corresponding to the years 1984 and 2017, using Spring Software version 4.3.3. Comparative analyzes, through the interpretation of the Land Use and Land Cover maps of these years, allowed to diagnose the advance of the occupation in the Mangue Ecosystem. Within the space of approximately thirty-four (34) years, we also observed the accelerated urban growth within the Island, directly affecting this ecosystem, which led us to conclude the strong immediate and uninterrupted need for the participation and performance of the Power Public for the recovery and non-extinction of the mangroves on the Island of Maranhão.

KEYWORDS: Degradation, Geoprocessing, Mangrove

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 10 |
| 2. OBJETIVOS | 11 |
| 2.1 Geral | 11 |
| 2.2 Específicos | 11 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA | 11 |
| 3.1 Ecossistema Manguezal | 12 |
| 3.2 Impactos antrópicos sobre o manguezal | 13 |
| 3.3 Uso de Geotecnologia..... | 15 |
| 4. METODOLOGIA | 16 |
| 4.1 Área de Estudo..... | 16 |
| 4.2 Materiais | 17 |
| 4.3 Métodos..... | 19 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 21 |
| 6. CONCLUSÃO | 30 |
| REFERÊNCIAS | 31 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ilha do Maranhão | 17 |
| Figura 2. Imagem do Satélite Landsat TM 5 da Ilha do Maranhão (1984) | 17 |
| Figura 3. Imagem do Satélite Landsat 8 OLI da Ilha do Maranhão (2017) | 18 |
| Figura 4. Segmentação da Imagem de Satélite da Ilha do Maranhão ano de 1984..... | 19 |
| Figura 5. Segmentação da Imagem de Satélite da Ilha do Maranhão ano de 2017 | 20 |
| Figura 6.(A) Mapa do Perfil Urbano da Ilha do Maranhão 1984 | 21 |
| Figura 6.(B) Mapa do Perfil Urbano da Ilha do Maranhão 2017 | 22 |
| Figura 7. Avenida Colares Moreira- São Luís-MA | 22 |
| Figura 8. Bairro Recanto Do Vinhais São Luís-MA | 23 |
| Figura 8. Bairro Jaracaty São Luís - MA..... | 23 |
| Figura 10.(A) Município Raposa -MA | 24 |
| Figura 10. (B) Município Raposa - MA | 24 |
| Figura 11. (A) Bairro da Estiva São Luís -MA | 25 |
| Figura 11.(B) Bairro da Estiva São Luís -MA..... | 25 |
| Figura 11.(C) Bairro da Estiva São Luís -MA..... | 25 |
| Figura 12. Município Paço do Lumiar- MA..... | 25 |
| Figura 13. Município de São José de Ribamar - MA | 25 |

1. INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, uma zona úmida característica de regiões tropicais e subtropicais. Esse ecossistema possui alto valor ecológico e econômico atribuído a suas funções, tais como: manutenção da biodiversidade, proteção da linha de costa, regular a vazão, filtrar os sedimentos, abrigo para a reprodução de diferentes espécies animais, recreação, valor cênico, produção de detritos, além de tratamento de esgotos em seus diferentes níveis, fonte de alimentos para a subsistência de comunidades ribeirinha e ainda, evitar a erosão e assoreamento dos corpos d'água adjacentes. Além dessas funções podemos incluir ainda o papel da floresta como aprisionadora de carbono (ALMEIDA, 2010).

O Brasil apresenta a segunda maior área de manguezal do planeta, correspondendo a 7% da cobertura mundial e 50% deste ambiente estão localizados na América Latina. (FAO,2007). É reconhecido pela sua alta diversidade, produtividade biológica e relevância ecológica (COELHO JR., 1998). Ocorrendo de forma bem expressiva na Ilha do Maranhão, vem sendo alvo de intensa pressão antrópica devido ao crescimento urbano, desencadeando uma série de impactos negativos sobre este ambiente (MOREIRA; BRITO; FARIAS FILHO, 2015).

O fato dos manguezais serem o aparador do mar e o elo de ligação entre este e a terra firme, faz com que recebam riquíssimos compostos orgânicos como restos de folhas, excrementos de animais e sais minerais da própria terra pela força da maré, o que lhes dá uma destacada função no condicionamento biológico, favorecendo a alta produção (SCHAEFERNOVELLI, 1995). Além de forte base energética solar, fornecem subsídios de outras fontes naturais de energia, sendo um sistema que produz um excedente de matéria orgânica, a qual pode ser exportada para outros sistemas ou armazenada (ODUM, 1988).

As alterações ocorridas nos mangues são ocasionadas principalmente por conta dos desmatamentos, queimadas, aterro, deposição de lixo, esgoto, lançamentos de efluentes industriais, construções de marinas, pesca predatória, ocasionando perdas tantas físicas como químicas e biológicas. (MOCHEL, 2012).

A necessidade de preservação de áreas de mangue tem promovido uma maior utilização do sensoriamento remoto no monitoramento da dinâmica deste ecossistema, através da análise de imagens de satélite. Assim, o processamento digital de imagens facilita a obtenção de informações para a melhor identificação das áreas de mangue, através da aquisição de

imagens de satélites em diferentes datas, da composição colorida (RGB), das técnicas de realce, da classificação, dentre outros. (MOCHEL, 2002; RANGEL, 2000).

Esse ecossistema, de grande importância ecológica, econômica e social, vem sendo protegido por vários dispositivos legais, quanto a seu uso e exploração. Mesmo assim, o manguezal encontra-se ameaçado devido à ação (principalmente de origem antropogênica) de agentes, os quais têm causado a eliminação de grandes áreas deste ecossistema. A supressão ou degradação dos manguezais resulta em impactos ambientais e socioeconômicos, uma vez que diminui a produtividade natural, modifica a paisagem e força a saída de populações locais (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002).

Diante do exposto, surge a necessidade da obtenção de dados mais específicos para estudar a dinâmica da paisagem e da ocupação do ecossistema Mangue da Ilha do Maranhão, utilizando-se de ferramentas de Geoprocessamento que contribuam para o monitoramento dessa expansão, mapeando as áreas antropizadas e remanescentes e seus impactos ambientais, buscando-se potencializar ganhos de resultados como uso desta tecnologia.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

- Estudar a evolução do processo de ocupação do espaço físico-territorial do ecossistema mangue da Ilha do Maranhão dentro de um espaço temporal de aproximadamente 34 anos.

2.2 Específicos

- Elaborar Mapas de Uso e Cobertura do Solo, a partir de imagens do satélite *LANDSAT TM5* e *LANDSAT 8 OLI* para os anos de 1984 e 2017;
- Quantificar as áreas ocupadas por cada categoria de Uso e Cobertura do solo, dando ênfase à cobertura vegetal do Mangue;
- Avaliar e comparar as mudanças ocorridas através de uma série temporal de aproximadamente 34 anos.

3. REVISÃO LITERATURA

3.1 O ecossistema manguezal

Os manguezais são um dos ecossistemas mais produtivos do planeta, e sua importância para a manutenção de bens e serviços é enorme. São importantes sequestradores e estocadores de carbono na biomassa e no solo. O processo de sequestro de carbono por área de florestas de

mangue é da mesma ordem de grandeza do observado em outras florestas tropicais úmidas (ATLAS MANGUEZAIS 2018).

O manguezal é um ecossistema costeiro, presente em regiões tropicais e ocasionalmente subtropicais (YOKOYA, 1995). Esse ecossistema possui uma importante função ecológica, pois oferece abrigo para muitas espécies de peixes e crustáceos e fornece alimentação e oportunidades para a nidificação da fauna aérea, além de muitas outras interações com outros sistemas. Além disso, a grande quantidade de serapilheira produzida contribui para a produção de matéria orgânica, tanto no manguezal como em habitats adjacentes, contribuindo com as teias alimentares e transferência de energia (KATHIRESAN e BINGHAM, 2001; VANNUCCI, 2001).

Segundo o mapeamento realizado pelo Cenima/IBAMA apresentado ao “Atlas dos Manguezais do Brasil”, o ecossistema manguezal apresenta uma extensão de aproximadamente 14.000 km² ao largo do litoral do Brasil. Cerca de 80% dos manguezais em território brasileiro estão distribuídos em três estados do bioma amazônico: Maranhão (36%), Pará (28%) e Amapá (16%). Essa área de mangue situada no norte do Brasil constitui a maior porção contínua do ecossistema sob proteção legal em todo o mundo. No ponto de vista ecológico, os manguezais são essenciais para a manutenção da vida marinha e terrestre. Cerca de 90% do pescado capturado em nosso litoral, provem dos manguezais (OLMOS, F & R, SILVA E SILVA, 2003).

É considerado um ecossistema marginal no sentido de que as espécies de plantas e animais que nele habitam vivem muito perto dos limites de tolerância a condições ambientais extremas sendo, por isso, considerado um ambiente único. Pelo fato de poucas espécies serem capazes de tolerar extremos de salinidade, inundação, temperatura, ventos, entre outros fatores, a biodiversidade desse ecossistema é baixa. A matéria orgânica do solo é totalmente derivada de folhas de mangue (LACERDA et al., 1985).

. A maioria dos materiais depositados é compactada pelos movimentos das correntes de maré e, à medida que prossegue o processo de compactação, resta pouco espaço intersticial e os sedimentos se tornam gradualmente deficientes em oxigênio ou até mesmo anóxicos e o pH pode se tornar muito baixo. Essas condições favorecem a redução dos sulfetos ou FeS₂ (pirita) a sulfatos, com a conseqüente formação de ácido sulfúrico (VANNUCCI, 1999).

De um modo geral, os solos são ricos em matéria orgânica, possui baixa consistência, alto conteúdo de sal e apresentam coloração cinza-escuro, com exceção dos embasamentos de recifes de coral e locais dominados por areias (FERNANDES e PERIA, 1995).

A vegetação é constituída de espécies lenhosas típicas (angiospermas) além de macro e microalgas, adaptadas à flutuação de salinidade (SUGIYAMA, 1995). Em alguns manguezais,

é possível observar um padrão de zonação, ou seja, a existência de zonas formadas pelas espécies arbóreas. Esse padrão pode ser determinado por diferentes fatores, como topografia, corrente de marés e composição do sedimento (TOMLINSON, 1986).

Além disso, a dinâmica de mudas de mangue é influenciada pela variação espacial e temporal dos níveis de sulfeto e do potencial redutor do solo, assim como estes fatores são modificados pelo sistema radicular de árvores adultas, de modo que esses processos recíprocos podem desempenhar um papel importante na organização espacial do manguezal (MCKEE, 1993).

Segundo Tomlinson (1986) os mangues podem ser divididos em três grupos: elementos principais de manguezal ou mangues verdadeiros, elementos secundários de manguezal e associados de mangue. Os primeiros são caracterizados por ocorrer exclusivamente no manguezal; desempenhar um papel importante na comunidade e possuir a capacidade de formar estandes puros; apresentar especializações morfológicas de adaptação ao ambiente, como raízes aéreas e reprodução por viviparidade e algum mecanismo fisiológico para exclusão de sal; e possuir isolamento taxonômico de parentes terrestres ao nível de família ou subfamília. Os elementos secundários de manguezal não possuem a habilidade de formar elementos conspícuos da vegetação, enquanto os associados de mangue nunca habitam comunidades de mangues verdadeiros, ocorrendo somente na vegetação transicional com outros ecossistemas.

3.2 Impactos antrópicos sobre o manguezal

Nos últimos anos a degradação do mangue vem ocorrendo com mais frequência devido à exploração exaustiva dos recursos econômicos que encontramos nele, ao ordenamento territorial mal planejado possibilitando o avanço imobiliário e acentuação de atividades turísticas (HADLICH et al., 2007).

Os impactos ambientais registrados em áreas de manguezal incluem, entre outros, desmatamento, aterro e descarga de materiais tóxicos. A poluição, seja de origem industrial, portuária, hospitalar ou doméstica, atua como tensora crônica e seus impactos podem, em longo prazo, provocar a morte do manguezal, pois criam condições quase sempre impróprias ao seu desenvolvimento (VANRJABEDIAN, 1995).

A maioria dos fenômenos naturais, principalmente quando ocorre baixa ou média intensidade, atuam como tensores agudos afetando o manguezal temporariamente, tornando quase sempre o possível o restabelecimento da qualidade ambiental anterior. Entre os impactos de origem natural, podem se incluir: erosão, hipersalinidade, geadas, furacões, inundações,

fluxo das águas, represamento das águas, erupções vulcânicas e marés extremas (QUIÑONES, 2000).

Devido à grande importância econômica dos manguezais, estes ambientes são degradados diariamente pela ação e ocupação do homem. Essa ocupação desordenada deve-se principalmente ao fato desses locais apresentarem condições favoráveis à instalação de empreendimentos os quais normalmente visam atender interesses particulares. Estima-se que atualmente mais de 1 milhão de hectares de manguezais são perdidos a cada ano em todo o mundo. Diversas áreas litorâneas brasileiras, onde existiam extensos ecossistemas de manguezal, como as baías de Todos os Santos, Guanabara, Santos e Paranaguá, e outras de desenvolvimento mais recente, como as de Sepetiba e de São Marcos, também estão perdendo estes recursos naturais num processo cada vez mais acelerado (ECO 21, 1999).

Estima-se que 25% dos mangues em todo Brasil tenham sido destruídos desde o começo do século 20. A situação é mais séria é nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, que apresentam um grande nível de fragmentação e onde estimativas recentes sugerem que cerca de 40% do que um dia foi extensão contínua de manguezais foi suprimida. (ATLAS MANGUEZAIS 2018).

O Golfão Maranhense juntamente com as rias do estado do Pará e do Maranhão abrigam cerca de 7.500 quilômetros quadrados de manguezais, constituindo o maior cinturão contínuo desse ecossistema no mundo (SOUZA FILHO, 2005).

Segundo Rebelo e Medeiros (1988), o Maranhão é privilegiado por possuir uma grande extensão de costa rica em exuberantes manguezais. Apesar de toda a riqueza que os manguezais maranhenses apresentam, tal ecossistema vem sendo fortemente devastado nos últimos anos, estão sujeitos não só à poluição proveniente das águas, mas também aterros para construções de edifícios como também no acúmulo principalmente de lixo nas regiões metropolitana. Trechos da Avenida Ferreira Gullar estão sendo loteados e, na região do Jaracati, mangues inteiros foram invadidos para dar espaço à construção de casas e a estacionamentos. Em São Luís, cerca de 50% dessa vegetação já desapareceu por conta de crescimento descontrolado da capital (MENDES 2016).

Por outro lado, o esforço de conservação é significativo e crescente. O Brasil possui 120 unidades de conservação. As unidades de conservação são espaços territoriais, incluindo seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, que cumprem a função de assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente. (CENIMA, 2017).

As Unidades de Conservação que protegem manguezais no Maranhão são: Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses; Parque Estadual do Bacanga; Parque Ecológico da Lagoa da Jansen; Área de Proteção Ambiental (APA) das Reentrâncias Maranhenses; APA da Baixada Maranhense (Ilha dos Caranguejos); APA da Foz do Rio Preguiças (Pequenos Lençóis); APA de Miritiba (Upaon-Açu); APA do Delta do Parnaíba e a Reserva Extrativista (RESEX) de Cururupu, garantindo a sustentabilidade dos manguezais com suas populações tradicionais. (MOCHEL, 2012).

3.3 Uso Das Geotecnologias

Devido à grande importância desse ecossistema, desde a década de 1980 vem sendo realizado trabalhos de mapeamento a nível global buscando quantificar o que resta de mangue perante as pressões antrópicas (SCHAEFFER-NOVELLI, 1989).

Segundo CUNHA (2009) O sensoriamento remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são ferramentas essenciais para os monitoramentos de manguezais, permitindo análises espaço-temporais úteis para avaliar o estado de conservação de manguezais e impactos antrópicos

Através de sensores remotos podemos mapear grandes extensões de área com mais rapidez e eficiência. Dessa forma o sensoriamento remoto e geoprocessamento representam ferramentas eficientes. Leite et al. (2012) afirmam que os métodos e técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto permitem monitorar os problemas de degradação ambiental, pois analisam os fatores existentes na paisagem e suas transformações.

A aplicação do Sensoriamento Remoto e das técnicas de monitoramento do uso e ocupação da terra é primordial para a compreensão dos padrões de organização do espaço, uma vez que suas tendências possam ser analisadas. Este monitoramento consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização de tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações. De forma sintética, a expressão “uso da terra ou uso do solo” pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem (ROSA, 2007).

Segundo Florenzano (2002), as imagens de satélites, obtidas por sensores remotos, ao recobrirem sucessivas vezes a superfície terrestre, possibilitam o estudo e o monitoramento de fenômenos naturais dinâmicos do meio ambiente, como aqueles da atmosfera, do vulcanismo, da erosão do solo, da inundação etc., e aqueles antrópicos, como o desmatamento, por exemplo.

Esses fenômenos deixam marcas na paisagem, que são registradas em imagens de sensores remotos.

A partir do uso de imagens de satélites, é possível identificar, calcular e monitorar o crescimento de áreas desmatadas, áreas atingidas pelo fogo (queimadas), áreas impermeabilizadas, áreas submetidas a processos de erosão e áreas inundadas (FLORENZANO, 2002).

4. METODOLOGIA

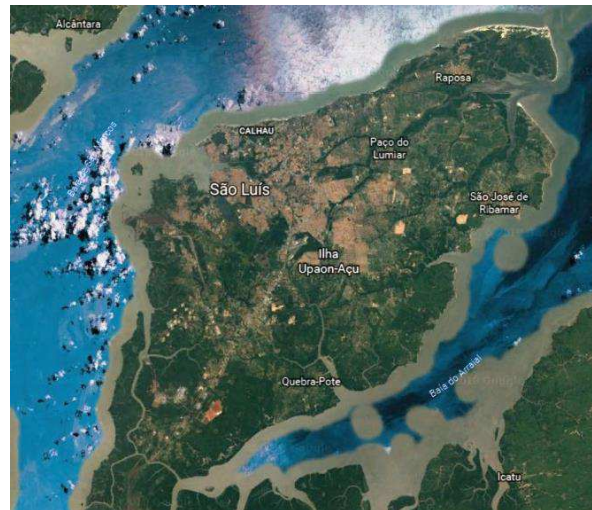
4.1 Área de Estudo

A Ilha do Maranhão está situada ao norte do Estado do Maranhão, região nordeste do Brasil, enquadrada pelas coordenadas geográficas 2° 24' 10" e 2° 46' 37" de latitude sul e 44° 22' 39" e 44° 22' 39" de longitude oeste (Figura 1), com área total de aproximadamente 831,7 Km² (ARAÚJO et al., 2009), com uma população segundo o Censo do IBGE 2010 de 1.014.837 de habitantes e uma densidade demográfica, de 1.215 hab./km², considerada alta em comparação com outros municípios maranhenses, o que demonstra que o estado não tem boa distribuição da população, que se aglomerou na capital em busca de melhores condições de vida (IBGE, 2010).

O território da ilha está dividido em quatro municípios que formam a Região Metropolitana de São Luis: Raposa, São Luis, São José de Ribamar e Paço do Lumiar (CORDEIRO et al., 2007). A área se apresenta hoje intensamente antropizada; sua vegetação natural, ao longo dessas décadas, tem sido substituída por moradias decorrentes do grande aumento populacional da Ilha, assim como, também vem sendo desmatada para fins diversos restando apenas poucos remanescentes de vegetação ainda a persistem na região (PINHEIRO, 2012)

Quanto ao clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo AW, tropical chuvoso, com predominância de chuvas nos meses de janeiro a abril, sendo que a temperatura média anual oscila em torno de 28°. (KÖPPEN, W.; GEIGER, R, 1928). A hidrografia da ilha tem como rios principais o Anil, Bacanga, Tibiri, Paciência, Maracanã, Calhau, Pimenta, Coqueiro e Cachorros. São pequenos rios que deságuam em áreas de dunas, praias e manguezais.

Figura 1. Ilha do Maranhão

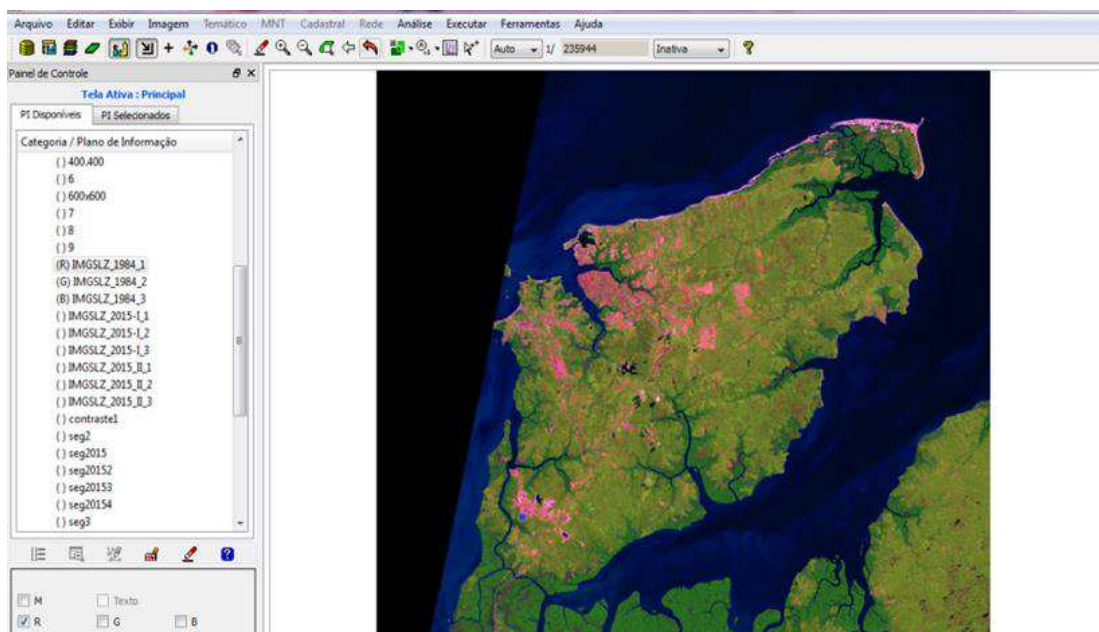


Fonte: Mapasblog (2017)

4.2 Material

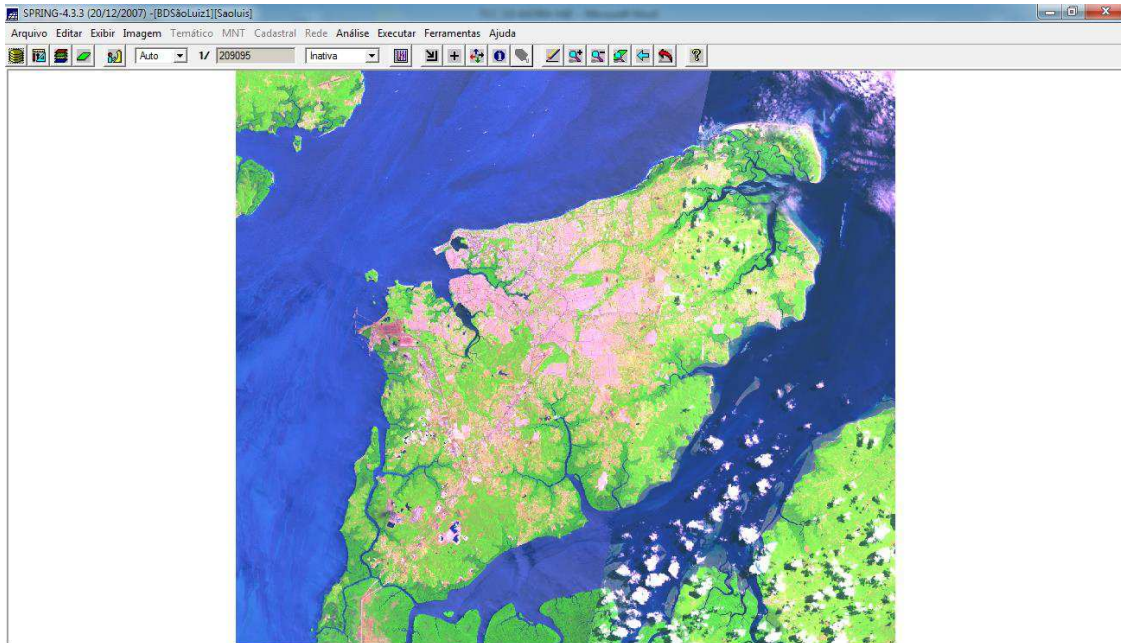
Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados os seguintes dados e aplicativos: (a) cenas digitais dos satélites *LANDSAT TM5* e *LANDSAT 8 - OLI* (órbita/ponto 220/062 e 221/062) com resoluções espaciais de 30m e 15m respectivamente em uma série temporal de aproximadamente 34 anos (1984 e 2017) (Figuras 2 e 3), adquiridas gratuitamente pelos sites www.inpe.br e <https://earthexplorer.usgs.gov> e imagens obtidas pelo *Google Earth* apresentando alta qualidade; (b) Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas *SPRING 4.3.3* (c).

Figura 2. Imagem do Satélite Landsat TM 5 da Ilha do Maranhão (1984)



Fonte: Spring. 4.3.3 (2019)

Figura 3. Imagem do Satélite Landsat TM 5 da Ilha do Maranhão (2017)



Fonte: Spring. 4.3.3(2019)

4.3 Métodos

Este trabalho foi dividido basicamente em seis etapas, sendo elas: Aquisição de imagens, Georreferenciamento Segmentação, Interpretação e Classificação Visual.

A primeira etapa constou da aquisição das imagens digitais *LANDSAT TM5* por meio do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (*inpe.br*) correspondentes ao ano de 1984 e as imagens do satélite *LANDSAT8 – OLI* correspondentes ao ano de 2017, através do site da NASA (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Com um auxílio do software SPRING 4.3.3 foi criado um Banco de Dados (BD) que gerou um Projeto, denominado Ilha do Maranhão, onde se delimitou a área correspondente ao proposto estudo (retângulo envolvente) e onde também foram criadas as categorias e em seguida os planos de informação (PI). Após a criação do BD, foi feito o download das imagens solicitadas ao INPE, que já se encontravam no e-mail disponíveis por 7 (sete) dias. Em seguida, as imagens foram georreferenciadas a partir da seleção de quatro pontos de controle, utilizando-se o mosaico de imagens georreferenciadas do Estado do Maranhão como base. Em seguida, iniciou-se o tratamento das imagens com a manipulação de contrastes nas bandas 3(R), 4(G), 5(B) para o *Landsat TM5* e 4(R), 5(G), 6(B) para o *Landsat 8 – OLI* (órbita e ponto 220/062 e 221/062), permitindo o aumento da discriminação visual entre os objetos presentes na imagem.

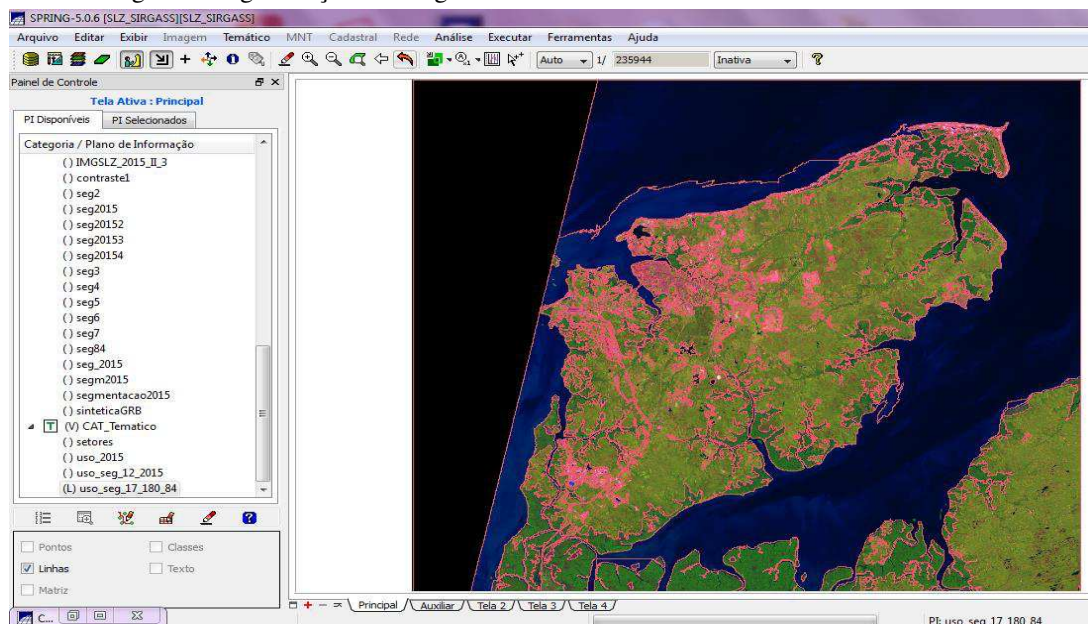
A seguir, as imagens foram submetidas a uma Segmentação, que representa um passo no sentido de preparar as imagens de satélite para uma futura classificação temática, onde os

elementos analisados e utilizados na classificação são as regiões resultantes da aplicação do segmentador utilizado para a definição do espaço de atributos da classificação. O ato de segmentar uma imagem corresponde à formação de áreas compostas por determinado número de pixels unidos por um critério de similaridade. (VENTURIERI & SANTOS, 1998).

No presente estudo, o processo de segmentação foi desenvolvido usando o algoritmo de Crescimento de Regiões disponível no software SPRING. O algoritmo utilizado, inicialmente, parte de um “pixel-semente” e, posteriormente, agrupa os pixels adjacentes que possuem características similares e que satisfazem o critério de similaridade (NASCIMENTO & ALMEIDA FILHO, 1996). Esse se baseia em um teste de hipótese estatístico que testa a média entre as regiões. A similaridade é o limiar que corresponde à proximidade radiométrica entre pixels, ou seja, o valor da distância euclidiana mínima entre as médias das regiões, abaixo das quais duas regiões são consideradas similares e, então, agrupadas. O limiar de área é o número mínimo de pixels para que uma região seja individualizada, sendo, portanto, o tamanho mínimo que cada segmento deve possuir na operação de segmentação.

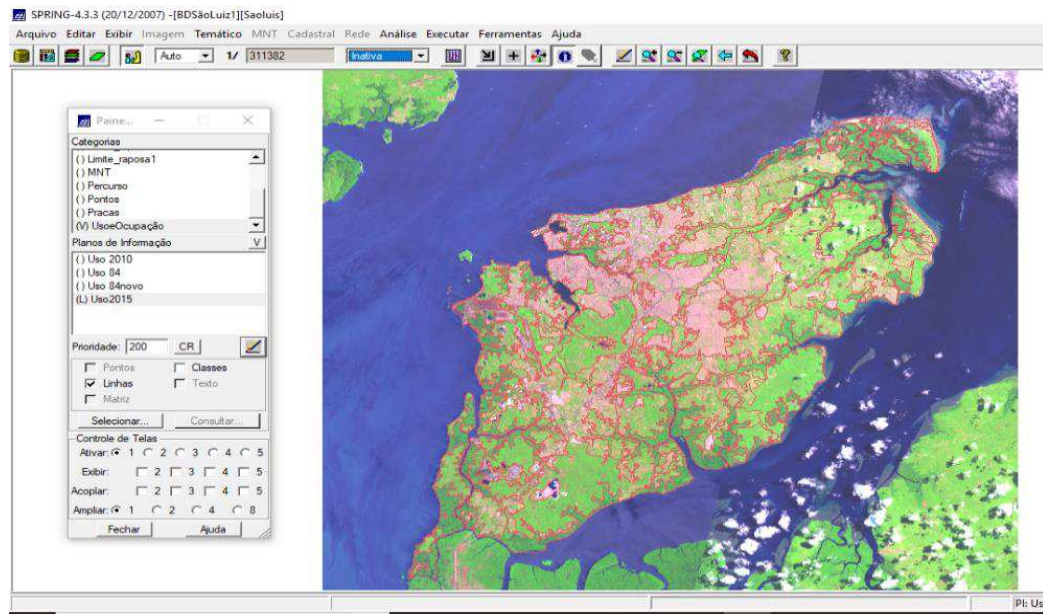
Foram testados alguns pares de limiares de Similaridade e Área. A aceitação ou rejeição dos pares de limiares foi efetuada pelo simples método de melhor qualidade das imagens segmentadas, aceitando-se o par de limiares que segmentou todas as classes pré-definidas mais adequadamente. Foram utilizados valores iguais a 17 para limiar de similaridade e 180 para limiar de área na imagem de 1984 (Figura 04), e 1500 de similaridade e 3000 para o de área na imagem de 2017 (Figura 5).

Figura 4. Segmentação da Imagem de Satélite da Ilha do Maranhão ano de 1984.



Fonte: Spring, 4.3.3(2019)

Figura 5. Segmentação da Imagem de Satélite da Ilha do Maranhão ano de 2017



Fonte: Spring, 4.3.3(2019)

Tendo-se escolhido uma combinação satisfatória para os limiares Similaridade e Área, pode-se, posteriormente, identificar alguns erros e ajustá-los, e, em seguida, identificar os polígonos, classificá-los e quantificá-los de acordo com a classe definida. As classes estudadas e classificadas nesse trabalho foram identificadas de acordo com o Manual Técnico de Uso da Terra - IBGE (2013), são elas: Mangue, Mata Secundária, Mata Secundária Fragmentada, Uso Urbano Denso, Uso Urbano Esparso, Uso Urbano Industrial, Apicum, Restinga e Água, todas correspondendo à categoria Uso e Ocupação.

Por fim, foram geradas as cartas temáticas referentes aos anos estudados. Estas foram exportadas no formato postscript (ps), e, em seguida, editadas no *SCARTA* (aplicativo de edição do SPRING) na escala de 1:250.000. Nas imagens estudadas selecionou-se algumas áreas que necessitaram de uma atenção especial e que sobre as quais surgiram algumas dúvidas. Foi utilizada a ajuda do aplicativo Google Earth para identificá-las com melhor e maior precisão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

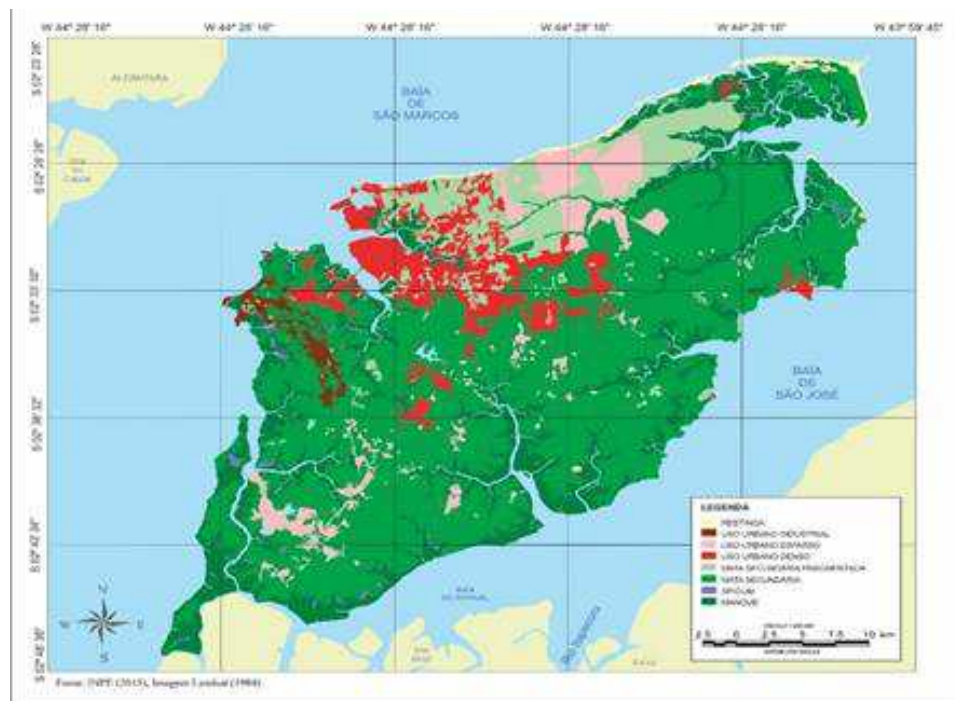
A partir do levantamento do Uso e Cobertura do Solo da Ilha do Maranhão, feito por meio de técnicas de segmentação e interpretação visual, obteve-se mapas temáticos referentes aos anos de 1984 e 2017 (Figura 6A e 6B). Para a apresentação e análise dos resultados consideramos as seguintes classes: Mangue, Mata Secundária, Mata Secundária Fragmentada, Uso Urbano Denso, Uso Urbano Esparso, Uso Urbano Industrial, Apicum, Restinga e Água.

Neste sentido, enfocou-se a evolução do Uso do Solo segundo a intensidade de ocupação das áreas de Vegetação Natural.

Analisando as classes de Uso e Cobertura do Solo, observou-se que as áreas de Mangue no ano de 1984 correspondiam a 18.734,07 ha, ou seja, 20,75% da área total estudada, enquanto que para o ano de 2017, a mesma classe apresentou uma redução de 1.879,02 ha, ou seja, o ecossistema se manteve presente em 18,76% da área da Ilha.

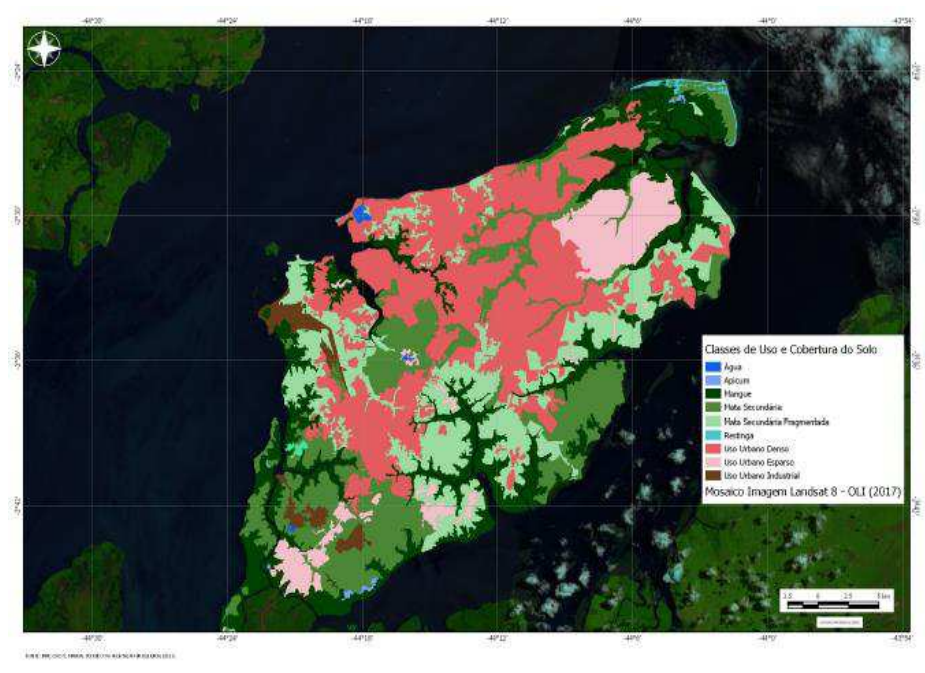
Desmatamento, erosão acelerada, especulação imobiliária e obras públicas. Ações humanas que colocam em primeiro lugar o chamado desenvolvimento sem medir as consequências ambientais. A ocupação irregular das áreas de mangue é comum em diversos pontos da Ilha, o que representa um grande dano e desequilíbrio para o meio ambiente como um todo.

Figura 6. (A) Mapa do Perfil Urbano da Ilha do Maranhão 1984



Fonte: Nugeo (2015)

Figura 6. (B) Mapa do Perfil Urbano da Ilha do Maranhão 2017



Fonte: autor (2019)

Locais onde hoje estão situados bairros da Camboa, Jaracaty, Liberdade, Fé em Deus, Recanto dos Vinhais dentre outros, em décadas anteriores, eram mangues, que foram aterrados para dar lugar às moradias. (Figuras 7 a 9). Até mesmo o município de Raposa já foi constituído em sua grande maioria por áreas de mangue que desapareceram dando lugar às habitações e construções diversificadas. (Figura 10 A e B).

Figura 7. Avenida Colares Moreira- São Luís-MA



Fonte: Google Earth (2019)

Figura 8. Bairro Recanto Do Vinhais São Luís-MA



Fonte: Google Earth (2019)

Figura 9. Bairro Jaracaty São Luís - MA



Fonte: Google Earth (2019)

Figura 10. (A) Município Raposa -MA



Fonte: Google Earth (2019)

Figura 10. (B) Município Raposa - MA



Fonte: Google Earth (2019)

Na região da zona rural também já é nítido esse crescimento imobiliário que já adentra quase toda região de mangue localizado no bairro da Estiva (Figuras 11 A, B e C).

Chama à atenção, o fato de que no ano de 1984, as áreas de Mata Secundária ainda representavam 53,30% da área total estudada, correspondendo a 48.118,16 ha. Em contrapartida, foi constatado que ao longo de 33 anos essa mesma classe sofreu um decréscimo

de 30.059,66 ha, passando a totalizar uma área de 18.058,50 ha o que corresponde aproximadamente a 20% da área no ano de 2017. Acredita-se que a redução da área ocupada pela classe Mata Secundária decorreu do intenso processo de urbanização por que passou e passa a capital maranhense.

Figura 11. (A) Bairro da Estiva São Luís -MA



Fonte: Google Earth (2019)

Figura 11. (B) Bairro da Estiva São Luís -MA



Fonte: Google Earth (2019)

Figura 11(C) Bairro da Estiva São Luís -MA



Fonte: Google Earth (2019)

Entre as décadas de 1970 com a introdução de grandes projetos industriais e 2010, a urbanização da cidade cresce a taxas acentuadas provocando um inchaço populacional e a demasiada segregação urbana. Essa crescente demanda populacional na cidade torna-se um problema para o Poder Público a partir do momento em que a cidade não suporta acolher um contingente elevado que passa a ocupar áreas desprovidas de qualquer estrutura urbana à “beira” da cidade. A periferização, nesse sentido, passa a ser percebida nas novas áreas de ocupação da cidade, isto é, as áreas periféricas do município, na qual a equação entre o que é sustentável e suportável resulta em perda da qualidade de vida urbana (ARAÚJO & RANGEL,2012).

Diniz (2009) cita que, em virtude desse crescimento, a cidade apresentou problemas de ordem socioeconômicas bastante visíveis. O crescimento populacional desordenado trouxe problemas de habitação, saúde, segurança e favoreceu o surgimento de ocupações irregulares, palafitas e favelas, problemas esses que têm evoluído consideravelmente, à medida que a urbanização cresce.

É interessante ressaltar que na definição das diretrizes e proposições com vistas ao desenvolvimento integral do município de São Luís como um todo, no seu processo de expansão urbana, destaca-se o perceptível avanço das frentes urbanas do referido município sobre as áreas fronteiriças dos outros três, confundindo-se já inteiramente os limites municipais, com significativa alteração na distribuição espacial da Ilha visto que, com a construção de grandes conjuntos habitacionais populares (Figura 12 e 13), a população de São José de

Ribamar e Paço do Lumiar, praticamente, foi duplicada a partir de meados de 1991 (DINIZ, 2009).

Figura 12. Município Paço do Lumiar- MA



Fonte: Google Earth (2019)

Figura 13. Município de São José de Ribamar - MA



Fonte: Google Earth (2019)

Analisando-se os dados referentes à quantificação da classe de Vegetação Secundária Fragmentada presentes na área de estudo no ano de 1984, podemos observar no Quadro 1, que houve um acréscimo de 8.669,46ha, correspondendo a 9,61% da área total da Ilha em áreas quantificadas com esta classe, quando comparado ao ano de 2017.

Entretanto, chama atenção o fato de que mais de três décadas depois (1984-2017), as classes de Uso Urbano Denso e Esparso e Uso Industrial obtiveram um acréscimo em suas áreas de 21.505,65ha, 1.723,14ha e 572,48ha respectivamente. O estudo do IMESC (Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos) constatou que a Ilha de São Luís

passou e ainda passa por um intenso crescimento populacional, que acarretou transformações e alteração da dinâmica local, através de espaços ocupados por vilas, conjuntos habitacionais, novos espaços de moradia e instalações de centros comerciais.

Quadro1. Quantificação das áreas de Uso e Cobertura do Solo e suas variações

| Classificação | Área hectares (ha %) | | | | Diferença em Relação ao ano 1984 | |
|--------------------|----------------------|--------------|------------------|--------------|-------------------------------------|---------|
| | 1984 | 2019 | 1984 | 2019 | Variação | % |
| Apicum | 362,92 | 0,48 | 151,08 | 0,16 | 211,84 | - 58,3% |
| Mangue | 18.734,07 | 20,75 | 16.855,05 | 18,76 | 1.879,02 | - 10,2% |
| Mata Secundária | 48.118,16 | 53,30 | 18.058,50 | 20,10 | 30.059,66 | - 62,5% |
| Mata Sec. Frag. | 7.624,55 | 8,44 | 16.294,01 | 18,14 | 8.669,46 | + 113,7 |
| Restinga | 1.118,77 | 1,24 | 343,70 | 0,38 | 775,07 | - 69,2% |
| Uso Urbano Denso | 7.507,65 | 8,31 | 29.013,30 | 32,30 | 21.505,65 | +286,05 |
| Uso Urbano Esparso | 5.511,45 | 6,10 | 7.234,59 | 8,05 | 1.723,14 | 31,2% |
| Uso Industrial | 1.292,69 | 1,43 | 1.865,17 | 2,07 | 572,48 | + 44,3% |
| Total | 90.270,26 | 100 % | 89.815,40 | 100 % | | |

Fonte: Autor(2019).

A especulação imobiliária em toda Região Metropolitana da Grande São Luís é visível e consentida pelo poder público. Podemos comprovar essa situação pelo fato da construção em novas áreas de expansão urbana, longe dos centros urbanos, seja pelos condomínios voltados para classe média, seja por aquele que ultrapassam os valores da renda média da população da Região Metropolitana como, por exemplo, condomínios clubes como o Alphaville Araçagy e o Residencial Dahma que está sendo construído as margens da MA-201 (Rodovia Estadual) entre os municípios de São José de Ribamar e Raposa (MOREIRA, 2013).

Estudos realizados por Araújo e Rangel (2012) constataram que sob o aspecto urbano, o município de São Luís teve um crescimento territorial acelerado e desordenado, principalmente a partir de 1970, com o aumento populacional motivado principalmente por questões associadas a diversos fatores: política fundiária (favoreceu o êxodo rural), Programa Grande Carajás, melhoria da acessibilidade para a capital, dentre outros. Isso sem dúvida alguma propiciou o surgimento de novas áreas urbanas para a implantação de conjuntos populacionais financiados pelo poder público e pela iniciativa privada, mas também, motivou o surgimento de ocupações desordenadas e irregulares, conhecidas popularmente em São Luís como invasões tanto em terras firmes como em locais insalubres, como no caso das palafitas nas áreas dos manguezais.

Na atualidade, esse processo de crescimento populacional e do espaço urbano ainda é mantido por forças e atrativos econômicos distintos, mas ainda sob a égide do capitalismo imobiliário, que através do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) de âmbito federal ou mesmo pela atuação de grandes incorporadoras e construtoras nacionais, promovem a cada ano o surgimento de novos empreendimentos imobiliários (ARAÚJO & RANGEL, 2012).

Em relação à habitação, é possível destacar dois momentos da relação entre urbanização e programas habitacionais. O primeiro ocorreu entre 1971 e 1991, com a produção de 22.909 unidades habitacionais, distribuídas em 54 conjuntos habitacionais, o segundo ocorreu com a criação do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) pelo Governo Federal, em 2007, e o aumento do crédito para famílias com rendimentos de até cinco salários mínimos via Caixa Econômica Federal (CEF), o que possibilitou a expansão da incorporação em áreas periféricas de São Luís e na zona rural dos municípios de São José de Ribamar e Paço Lumiar. Entre 2009 e 2013, o PMCMV contratou a construção de 15.085 unidades habitacionais (UHs) em São Luís, que significou um aumento de 5,45% no número de domicílios particulares permanentes na capital, 12.711 em São José de Ribamar perfazendo um aumento de 29,85% e 5.280 em Paço Lumiar com um aumento de 19,49%, com o objetivo de atender uma população que possuía rendimentos de até R\$ 1.600,00 (CEF, 2017).

Assim, empreendimentos multifamiliares, com edificações de até três pavimentos em locais com precárias condições de urbanização, contribuem para a expansão da mancha urbana em direção a leste e a conseqüente conurbação dos territórios municipais (São Luís, São José de Ribamar e Paço Lumiar). Além da fronteira oriental que se estende por terrenos da Bacia do rio Paciência ao longo da rodovia MA 201, o tecido urbano segue a oeste sobre áreas de ecossistema fluviomarinho em direção ao Distrito Industrial e à área Itaqui-Bacanga; ao sul, ao longo da BR 135, de encontro ao continente e ao norte, orientado pela produção imobiliária de alto padrão ao longo da rodovia MA 203 no sentido São Luís-Raposa (LOPES, 2018).

6. CONCLUSÃO

Com base na análise, discussão e interpretação dos resultados, concluiu-se que:

A vegetação da Ilha do Maranhão tem sido devastada por ocupações irregulares, pelo desmatamento e poluição. Os Manguezais, particularmente, por conta dessas práticas indiscriminadas, perderam em torno de 2.000 há entre 1984 e 2017;

Partindo-se das evidências mostradas nesse estudo, percebe-se o quanto é preocupante o processo de ocupação e uso do solo da Ilha do Maranhão, cujo o ambiente é extremamente fragilizado e com níveis elevados de degradação, como decorrência da substituição indiscriminadas da cobertura vegetal natural por extensas áreas de Uso Urbano Denso, principalmente.

As ferramentas utilizadas mostraram-se eficazes ao apresentar resultados atualizados através de uso de tecnologias de informação, as quais poderão auxiliar com bastante precisão em tomadas de decisões relacionadas ao desenvolvimento e implementação de métodos, sistemas de gerenciamento e monitoramento da dinâmica evolutiva nos processos de expansão urbana, bem como seus impactos ambientais, sociais e econômicos relacionados ao espaço físico-territorial da ilha do Maranhão.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P. M. M. Análise espaço-temporal da área ocupada por florestas de mangue em Guaratiba de 1985 até 2006 e sua relação com as variações climáticas. 2010. Dissertação e mestrado.
- ARAUJO, E.P, TELES, M. G. L, LAGO, W. S. Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM. In: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4631-4638.
- ARAUJO, R. R; RANGEL, M.E. S. CRESCIMENTO URBANO E VARIAÇÕES TÉRMICAS EM SÃO LUIS-MA. REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.2, N.5, p. 308 – 318, 2012.
- ATLAS DOS MANGUEZAIS DO BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018.
- CENIMA/IBAMA Centro Nacional de Monitoramento e Informações Ambientais; 2017;
- CEF-Caixa Econômica Federal. Habitação – Minha Casa Minha Vida – Empreendimentos: banco de dados. Disponível em: < <http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx> >. Acesso em: 03 jun. 2019.
- CORDEIRO, E. C, DINIZ, J. S. Região metropolitana da grande São Luís: além da retórica municipalista, o que serve como entrave para sua "efetivação" In: **III Jornada Internacional de Políticas Públicas**, São Luis, 2007.
- COELHO JR, C. 1998. Desenvolvimento estrutural de bosques de mangue ao longo de gradientes de inundação - Cananéia, São Paulo. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, p. 100.
- CUNHA-LIGNON, M.; MENGHINI, R.P.; SANTOS, L.C.M.; Niemeyer-Dinóla, C. e Schaeffer Novelli, Y. Estudos de Caso nos Manguezais do Estado de São Paulo (Brasil): Aplicação de Ferramentas com Diferentes Escalas Espaço- Temporais. Revista da Gestão Costeira Integrada, v. 9, n. 1, p. 79-91, 2009.
- DINIZ, Maria Helena. **Curso de Direito Civil Brasileiro**: responsabilidade civil. 23. ed. São Paulo: Saraiva, 2009. Vol. 7.
- FAO (Food and Agriculture Organization). The world's mangrove: 1980 – 2005. A thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 77p, 2007.
- FERNANDES, A.J., Peria, L.C.S., 1995. Características do ambiente. In: Yara Schaeffer-Novelli (Ed.), Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar. Caribbean ecological research, São Paulo. pp.13-15.
- FLORENZANO, T. G. Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.
- HADLICH, G. M.; UCHA, J. M. (Coord.). Apicuns e manguezais na Baía de Todos os Santos, Bahia. Salvador: UFBA/IGEO/Núcleo de Estudos Ambientais, 2007. mapa color. Escala 1:100.000.

KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B. L. *Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems*. *Advances in marine biology*, v. 40, p. 81-251, 2001.

KJERFVE, B., LACERDA, L.D., 1993. *Mangroves of Brazil*. In: Lacerda L.D. (Ed.), *Conservation and sustainable utilization of mangrove forest in Latin America and Africa regions*. I. Latin America, *Mangrove Ecosystem Technical Report No. 2*. ITTO/ISME, Okinawa, pp.245-272.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: **Verlag Justus Perthes**, 1928.

LACERDA, L. D., Rezende, C.E., José, D.V., Wasserman, J.C., Francisco, M.C., 1985.

LACERDA, L. D. et al. *Mangrove Ecosystems of Latin America and the Caribbean: a summary*. Okinawa: *Mangrove Ecosystems Technical Reports/ISME*, 1993. v. 2, 272 p.

LEITE, A. C. S.; SENA, F. T. N. S.; NETO, B. J.S; 2012. *Técnicas de sensoriamento remoto na análise temporal para a gestão territorial do município de Timon-MA*. Recife-PE.

LOPES, F.C.R. **Metamorfoses no espaço metropolitano de São Luís (MA)** *GeoTextos*, vol. 14, n. 1, julho 2018. F. Lopes. 83-102

MANUAL Técnico de Uso da Terra. 3.ed. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2013, 171 p. (Manuais técnicos em Geociências). Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/manual_usdaterra.shtm>. Acesso em: nov. 2018.

MENDES, Ana. *Da lama ao caos: degradação Ambiental Ameaça os Manguezais de São Luís*. Disponível em: <http://amazoniareal.com.br/da-lamaao-caos-degradacao-ambiental-afeta-manguezaisdo-maranhao/>.2016.

MOCHEL,F.<http://amazoniareal.com.br/da-lama-ao-caos-degradacao-ambiental-afeta-manguezais-do-maranhao/visitado> em 30/08/2018. **Acúmulo de lixo prejudica áreas de manguezais no Maranhão**. Pós-graduação em Geografia. Recife, 2012.

MOCHEL, F. R. *Caracterização espectral e mapeamento dos manguezais por sensoriamento remoto na Baía de Turiaçu, Maranhão, Brasil*. 1999. 153 p. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 1999.

MOREIRA, J.F.; BRITO, I. da S. e FARIAS FILHO, M. S. *Ocupação desordenada sobre os manguezais da Ilha do Maranhão*. In: FARIAS FILHO, M.S. e CELERI, M.J. (Org.) *Geografia da Ilha do Maranhão*. São Luís: EDUFMA, 2015. 290 p.

MOREIRA , T. S. *GESTÃO METROPOLITANA: a região metropolitana da grande São Luís e os desafios das políticas urbanas*. São Luís, 2013. 137f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Desenvolvimento Socioespacial e Regional, Universidade Estadual do Maranhão, 2013

MCKEE, T.B., Doesken, N.J. and Kleist, J. (1993) *The Relationship of Drought Frequency and Duration Times Scales*. American Meteorological Society. the Conference on Applied Climatology, 17-22 Janvier, Anaheim, 179-184.

NASCIMENTO, P.S. DE R; ALMEIDA FILHO, R. *Utilização da técnica de segmentação em imagens TM/Landsat visando otimizar a técnica de interpretação visual*. In:[...] SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. Artigos. São José dos Campos : INPE/SELPER, 1996. 1 CD-ROM.

OLMOS, F & R, SILVA E SILVA. Guará: ambiente flora e fauna dos manguezais de Santos-Cubatão. São Paulo: Empresa das artes, 2003.

ODUM, E.P: Ecologia, Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1988.

PINHEIRO, D. C. **Análise multitemporal das mudanças de uso e cobertura do solo na ilha do Maranhão, Brasil.** São Luis, 2012. 21p.

QUINÔNES, E. M. Relações água-solo no sistema ambiental do estuário de Itanhaém. Campinas, FEAGRI, UNICAMP, 2000.

REBELO, F. C. & MEDEIROS, T. C. 1988. Cartilha do Mangue. São Luís; Ed. EDFUMA, 31 p.

REVISTA BRASILEIRA DE ECOLOGIA do Século 21 – Eco 21. Ano IX, nº 41 – julho/agosto de 1999.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto.** Uberlândia: Editora UFU, 2007. 248 p.

SOUZA FILHO, P.W.M., GONÇALVES, F.D., BEISL, C.H., MIRANDA, F.P., ALMEIDA, E.F. & CUNHA, E.R.S.P. (2005) - Sistema de Observação Costeira e o Papel dos Sensores Remotos no Monitoramento da Costa Norte Brasileira, Amazônia. Revista Brasileira de Cartografia, 57 (2): 79-86.

SUGIYAMA, M. 1995. “A flora do manguezal”. pp. 17-2. In: Schaeffer-Novelli, Y. (Coord.) Manguezal ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research, p. 64. SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Situação atual do grupo de ecossistemas: “Manguezal, Marisma e Apicum” incluindo os principais vetores de pressão e as perspectivas para sua conservação e usos sustentável. São Paulo, Brasil, 1989, p. 119.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 2002. Manguezal: ecossistema que ultrapassa suas próprias fronteiras. Pp. 34-37. In: E.L. Araújo; A.N. Moura; E.S. B. Sampaio; L.M.S. Gestinari & J.M.T. Carneiro (eds.) Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária.

SCHAEFFER- NOVELLI, Y. (coord.). Manguezal: Ecossistema entre a Terra e o Mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995.

TOMLINSON, P.B., 1986. The botany of mangroves. Cambridge University Press, New York. Tomlinson, P.B., Cox, P. A., 2000. Systematic and functional anatomy of seedlings in mangrove Rhizophoraceae: vivipary explained Bot. J. Linn. Soc. 134, 215-231.

VARJABEDIAN, R. Impacto sobre os manguezais. In: Yara Schaeffer-Novelli (Ed.). Manguezal: Ecossistema entre terra e mar. São Paulo: Caribbean ecological research, 1995, p. 49-52.

VANNUCCI, M. What is so special about mangroves Brazilian Journal of Biology, v. 61, n. 4, p. 599-603, 2001.

VANNUCCI, M. Os manguezais e nós: uma síntese de percepções. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

VENTURIERI, A. E SANTOS, J.R. dos. 1998. **Técnicas de Classificação de Imagens para Análise de Cobertura Vegetal**. In: Assad, E.D. e Sano, E.E. 1998. Sistema de Informações Geográficas. 2.ed., rev. e ampl.. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998. Capítulo 18, p. 351-371.

YOKOYA, N.S., 1995. Distribuição e origem. In: Yara Schaeffer-Novelli (Ed.), **Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar. Caribbean ecological research**, São Paulo. pp. 9-12.