



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
CURSO DE OCEANOGRAFIA

SARA XAVIER RIBEIRO

**DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE EVENTOS DE PERDA E POSSÍVEL CENÁRIO DE
EMISSÃO DE CARBONO NAS ÁREAS DE MANGUE**

SÃO LUÍS, MA

SETEMBRO/2021

SARA XAVIER RIBEIRO

**DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE EVENTOS DE PERDA E POSSÍVEL CENÁRIO
DE EMISSÃO DE CARBONO NAS ÁREAS DE MANGUE**

Trabalho de conclusão do curso de oceanografia apresentado à
Universidade Federal do Maranhão, como requisito para
obtenção do título de bacharel em oceanografia.

Orientador (a): Prof.Dr. Denilson Da Silva Bezerra

SÃO LUIS-MA

2021

SARA XAVIER RIBEIRO

**DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE EVENTOS DE PERDA E POSSÍVEL CENÁRIO
DE EMISSÃO DE CARBONO NAS ÁREAS DE MANGUE**

Indicação: Trabalho de conclusão de curso apresentado do curso de oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em oceanografia, sob orientação do Prof. Denilson Da Silva Bezerra.

Prof.Dr. Denilson Da Silva Bezerra.

Universidade Federal do Maranhão

Prof.Dr. Leonardo Silva Soares

Universidade Federal do Maranhão

Prof(a). Dr(a): Naila Arraes de Araújo

Universidade Federal do Maranhão

São Luís, 6 de setembro, 2021.

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

XAVIER RIBEIRO, SARA.

DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE EVENTOS DE PERDA E POSSIVÉL
CENÁRIO DE EMISSÃO DE CARBONO NAS ÁREAS DE MANGUE / SARA
XAVIER RIBEIRO. - 2021.

24 p.

Orientador(a): Denilson Da Silva Bezerra.
Monografia (Graduação) - Curso de Oceanografia,
Universidade Federal do Maranhão, São Luis -MA, 2021.

1. Biomassa. 2. Carbono. 3. Mangue. I. Da Silva
Bezerra, Denilson. II. Título.

Dedico esse trabalho a Deus e minha família.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em que confiei e confio pelo fato de ter me dado forças para todos os dias levar a vida esperançosamente. Aos meus pais e minha irmã que sempre apoiaram as minhas decisões em relação aos estudos, em especial destaque o meu pai que sempre foi o maior incentivador para que tomasse boas decisões e escolhesse sempre o estudo em detrimento de coisas que não agregam valor para capacitação profissional e para evolução pessoal. Aos meus amigos, em especial Elienay, que desde o começo sempre esteve agregando conhecimento e valores positivos para minha vida. Ao meu colega Vitor que demonstrou companheirismo e humildade ao me ajudar a construir o meu trabalho com maior qualidade, contribuindo com seu conhecimento. A Maria Luiza Torres Pires em relação a construção dos mapas. Ao professor Denílson por ter sido meu orientador que mesmo com muitos projetos e trabalhos para orientar se disponibilizou a me ajudar, desempenhando um papel fundamental na conclusão do trabalho através dos ensinamentos e sensibilidade para entender e aprimorar o aluno. Aos professores pelos ensinamentos ao longo do curso e a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho.

“Eu não procuro saber as respostas, procuro compreender as perguntas. ”

Confúcio

RESUMO

O Brasil possui reconhecimento internacional por suas iniciativas de uso de geotecnologias para o acompanhamento da degradação ambiental em áreas florestais e de seus biomas. Contudo, áreas de mangues no Brasil são degradadas e aterradas de forma recorrente, sem que haja um acompanhamento sistemático e específico desse processo. O presente estudo objetivo apresenta alterações em áreas de mangues entre os anos de 1985 a 2019, em relação ao avanço da malha urbana e estimar o potencial de possíveis cenários de emissão de carbono. A área de estudo é a Ilha do Maranhão que contempla as áreas de 4 municípios: São José de Ribamar, Raposa, Paço do Lumiar e São Luís a capital do Estado do Maranhão. Os procedimentos adotados consistiram do uso dos dados da coleção 5 do MapBiomas, para cálculo de áreas de mangues e da malha urbana no decorrer do intervalo temporal adotado, além do uso de uma base internacional de carbono na biomassa vegetal. Os resultados obtidos indicam que o mangue apresentou um saldo positivo, em área de ocorrência, contudo é nítido a pressão do avanço da malha urbana em sua direção, que pode ser observado pelos valores de áreas antrópicas no decorrer do intervalo temporal acompanhado. Tal realidade merece ser pesquisada e compreendida, pois o mangue apresentou somente para o ano de 2018, um total de 301758 ton de carbono em sua composição vegetal, que podem ser lançados na atmosfera com a perda de suas áreas.

Palavras-Chave: Biomassa, Carbono, Mangue.

ABSTRACT

The Brazil is internationally recognized for its initiatives in the use of geotechnology to monitor environmental degradation in forest areas and their biomes. However, mangrove areas in Brazil are degraded and changed recurrently, without a systematic and specific monitoring of this process. This study aims to present changes in mangrove areas between the years 1985 to 2019, in relation to the advancement of the urban grid and to estimate potential carbon emission events. The study area is the Ilha do Maranhão which includes areas of 4 municipalities: São José de Ribamar, Raposa, Paço do Lumiar and São Luís the capital of the State of Maranhão. The procedures consisted of the use of the data collection MapBiomass 5 for calculation of areas and mangrove urban network during the time interval adopted, besides the use of an international basis of carbon in the biomass. The results obtained indicate that the mangrove had a positive balance, in area of occurrence, however, the pressure of the advance of the urban mesh in its direction is clear, which can be observed by the values of anthropic areas during the monitored time interval. This reality deserves to be researched and understood, as the mangrove presented only for the year 2018, a total of 301758 tons of carbon in its vegetal composition, which can be released into the atmosphere with the loss of its areas.

Keywords: Biomass, Carbon Mangroves.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.1 Área de Estudo.....	11
2.2 Idade e o Incremento do Manguezal.....	12
2.3 Modelagem de Carbono.....	12
3. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	12
3.1 Infraestrutura Urbana e Dinâmica Espacial das Áreas de Mangue em 1986 e 2018.....	12
3.2 Biomassa e Cenário de Emissão do Carbono.....	15
4. CONCLUSÃO.....	18
5. AGRADECIMENTO.....	18
REFERÊNCIAS.....	19
7. ANEXO A-Diretrizes da Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto.....	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Áreas de Estudo.....	11
Figura 2- Avanço da Infraestrutura Urbana entre o ano de 1986 e 2018.....	13
Figura 3- Variação da Infraestrutura desde o ano de 1985 até 2019.....	14
Figura 4- Biomassa de Carbono em função das Idades dos Bosques de Mangue.....	15
Figura 5- Distribuição das áreas de Mangue em intervalo de cinco anos, entre o período de 1985 a 2019.....	16
Figura 6- Aumento e Diminuição das Áreas de Mangue(hectare) em Ilha do Maranhão.....	17
Figura 7 - Distribuição Espacial da Infraestrutura em Relação às Áreas de Mangue.....	18

1. Introdução

As complexas temáticas envolvidas no contexto ambiental estão em evidência na contemporaneidade pelo fato das problematizações geradas por ações antropogênicas interferirem nos setores relevantes para sociedade. O processo de emissão de gases que geram efeito estufa enquadra-se como um desses entraves. As resultantes negativas geradas através da abundância desses gases, com destaque para o gás carbônico, estão diretamente ligadas ao equilíbrio ecológico e a qualidade de vida humana.

Apesar dos processos ambientais sofrerem negativamente a interferência do carbono disponibilizado para o meio ambiente, a participação desse elemento no ciclo biogeoquímico é essencial. De acordo com Ribas, Almeida e Augusto (2009) por ser um gás que circula globalmente há benefícios para sociedade universal em sua totalidade através da absorção por meio do processo fotossintético nas florestas.

Para Siteo, Mandlate e Guedes (2014) um dos serviços ambientais mais relevantes quando associado à captação de carbono, é a absorção desse elemento químico através das árvores das florestas de mangue, as quais, quando comparadas a outras vegetações têm maior capacidade de armazenar carbono. A princípio esse balanço de trocas gasosas realizadas como consequência das atividades fotossintéticas deveria ocorrer de forma equilibrada, todavia as atividades antrópicas não possibilitam o desenvolvimento dessas áreas de forma sustentável.

O crescimento industrial e urbanização são processos que inevitavelmente afetam as áreas de mangue ou até mesmo as suprimem, visto que grande parte da população reside na zona costeira. Nóbrega e Nuto (2013) discorrem que as perdas dessas áreas não vão somente intervir na absorção de carbono, mas resultam em grandes problemas já que esse ecossistema fornece recursos alimentícios, e serviços de proteção costeira.

Embora as responsabilidades pela emissão de carbono sejam evidenciadas ao correlacionarmos com infraestrutura urbana, a população que reside próxima a essas áreas apresenta importância para manutenção dessas áreas. Silva et al. (2020) discorrem sobre a comunidade adjacente as áreas de mangue com ênfase aos pescadores que utilizam da sua atividade com enfoque na sua subsistência, os quais devido o contexto político e situação econômica desfavorável contribuem com redução das áreas de mangue gerando impactos ambientais e problemas econômicos.

A redução das áreas de mangue contribui para o aumento da concentração de gás carbônico atmosférico principalmente quando ocorre perturbação no solo devido a remoção das árvores para variadas finalidades. De acordo com Sasmith et al. (2020) o teor de carbono referente ao absorvido pelos manguezais encontra-se em maior concentração no solo.

Carvalho (2020) enfatiza que os ecossistemas marinhos incluindo os manguezais tem necessidade de conservação e restauração devido se qualificarem como importantes fontes de carbono. Além disso, Duque (2019) demonstra que a liberação do carbono não se dá imediatamente a atmosfera devido as variáveis como a salinidade e processos de inundações que interferem na decomposição da matéria orgânica. Por conseguinte, percebe-se que há uma complexidade nos processos de emissão de gás carbônico.

Segundo Godoy e Lacerda (2015) analisar as consequências indiretas para os manguezais quando associados ao carbono e mudanças climáticas é dificultoso devido às múltiplas etapas que o carbono participa dentro nesse ecossistema como nutrição, transformação e acumulação. É importante considerar globalmente estudos científicos mais específicos relacionados ao manguezal já que detém características superiores aos outros tipos vegetativos referentes à absorção e redução do carbono.

As pesquisas que abordam temáticas envolvidas com a redução da cobertura vegetal dos bosques de mangue e quantificação da emissão de carbono são essenciais para resultados mais satisfatórios relacionados a análise das mudanças climáticas e variações ambientais visto que os resultados possibilitam uma análise concisa e por consequência medidas mitigatórias mais efetivas para preservação do meio ambiente. É evidente que o crescimento de novas tecnologias resultou em um conjunto de técnicas referentes a geotecnologias para a avaliação da quantidade de carbono como sensoriamento remoto, mas são

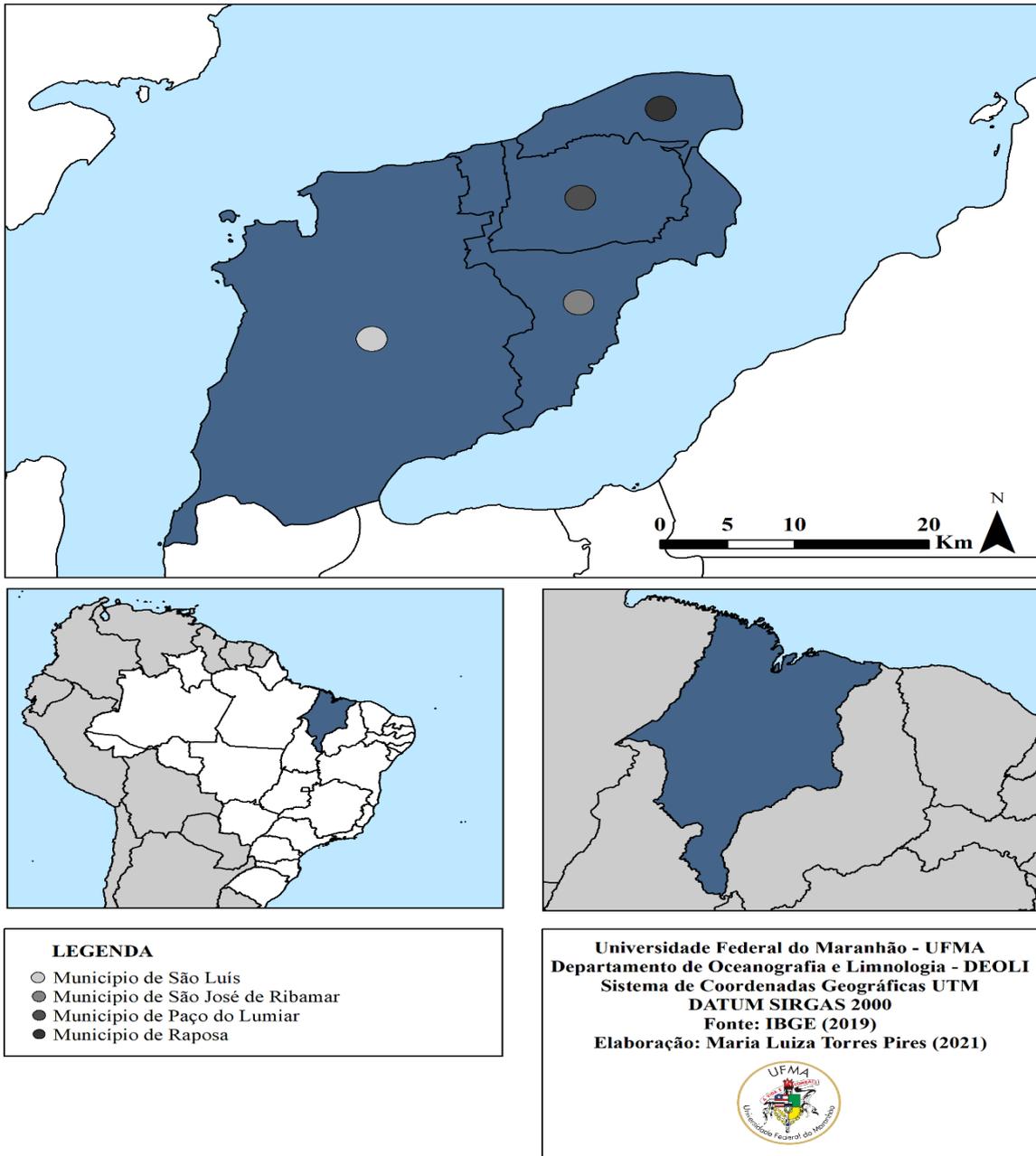
necessários investimentos e aprimoramento dessas ferramentas e incentivo a pesquisa. Portanto o presente trabalho buscou analisar a dinâmica espaço-temporal de perda da cobertura dos bosques de mangue e quantificar a biomassa do carbono permitindo a construção de um possível cenário de emissão do carbono.

2. Material e Métodos

2.1 Áreas de Estudo

O presente estudo abrangeu a Ilha do Maranhão, situada na porção norte do Estado do Maranhão seguindo aproximadamente as coordenadas 2° 34' 10" S e 44° 12' 18" O. A área é composta por quatro municípios: São José de Ribamar, Raposa, Paço do Lumiar e São Luís a capital do Estado do Maranhão. De acordo Silva (2012) a Ilha do Maranhão se encontra adjacente ao Golfão Maranhense sendo influenciada por um extenso sistema estuarino formado por baías, ilhas e estuários.

Figura 1- Mapa da Ilha do Maranhão.



A influência estuarina possibilita o crescimento do ecossistema manguezal nessa região devido à dinâmica hidrológica favorecer os processos bióticos e abióticos cujas espécies de árvores de mangue estão inseridas, já que as forçantes presentes na região em decorrência do complexo estuarino como salinidade, temperatura e dinâmica energética do sistema hídrico tornaram-se limitrofes para o desenvolvimento dos bosques de mangue.

No que se refere ao sistema de drenagem, segundo Araújo, Teles e Lagos (2009) as bacias hidrográficas como as Bacia do Rio Anil (12,63km) e Bacia do Bacanga (233,84km), realizam seus percursos de drenagem para Baía de São Marcos gerando grande cobertura vegetal de árvores de mangue nos seus respectivos estuários, logo são relevantes para a distribuição do mangue devido suas extensões, favorecendo a ocorrência no que diz respeito às zonas de transição entre o ambiente dulcícola e marinho.

2.2. Idade e o Incremento do Manguezal

Todos os dados matriciais e seus subprodutos são oriundos de séries anuais de uso e cobertura da terra produzidas pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MAPBIOMAS) através do link <http://mapbiomas.org>. O produto possui uma resolução espacial de 30 m cobrindo cenas de 1985 a 2019. Para a construção da análise dos dados e gráficos entre os anos de 1985 até 2019, dos atributos disponibilizados pelo MapBiomias, foram escolhidas duas classes, a primeira denominada mangue e a segunda como infraestrutura.

Os dados utilizados para a classificação do mangue, identificados pelo projeto MapBiomias, consistiram basicamente nas áreas de ocorrência das angiospermas típicas do manguezal, não incluindo as áreas de Apicum, portanto não se considerou na análise desses dados o ecossistema manguezal em sua totalidade, devido a isso mencionamos nesse trabalho apenas mangue e não manguezal.

Os dados utilizados para a classe denominada como infraestrutura consistiram nas áreas que detinham infraestrutura urbana (malha urbana). Buscando identificar a idade de cada pixel classificado como mangue, foi utilizado a metodologia proposta por Silva-Junior (2020), na qual há reclassificação das classes de uso e ocupação do solo (mangue) na forma de valores 1 e 0, sendo 1 para presença do mangue e 0, para sua ausência, ou seja, os mangues que permaneceram de um ano para outro tinham a sua data de surgimento representando um ano somada ao próximo ano representando mais um ano totalizando dois anos, seguindo sucessivamente o mesmo padrão para os próximos anos.

As angiospermas que se tornavam ausentes foram representadas por zero, logo os pixels que representavam as áreas ausentes foram removidos. Assim, para o intervalo temporal adotado, foi possível estimar tanto a presença do mangue, como as idades dos bosques que permanecem no período estudado. No banco de dados utilizados, um pixel pode ter vários ciclos de crescimento e desmatamento ao longo do período analisado. Para os eventos de perdas de áreas de manguezal, foi considerado como vetor de alteração a cobertura antrópica.

2.3. Modelagem de Carbono

As estimativas de carbono presente na biomassa nas áreas de mangue foram realizadas através do banco de dados internacional denominado de “*ESA Biomass Climate Change Initiative (Biomass_cci): Global datasets of forest above-ground biomass for the years 2010, 2017 2 2018¹*”. Trata-se de uma base de dados global de carbono na biomassa com resolução espacial de 100 m, ou seja, de 1ha. Devido os dados de biomassa da ESA serem disponíveis apenas nos anos de 2010, 2017 e 2018, e os anos da série temporal considerada na presente pesquisa serem de 1985 a 2018, optou-se por estimar a presença de carbono na biomassa presente nos bosques de mangue apenas no ano de 2018.

O procedimento adotou a utilização de uma “máscara” para ocorrência das árvores de mangue e sobre o dado de biomassa. A máscara considerou a classe “mangue” no ano de 2018 e suas respectivas idades (1 a 33) e a sobrepôs aos dados aos valores de carbono obtidos na base de dados internacional, com o recorte apenas para a Ilha do Maranhão.

3. Resultado e Discussão

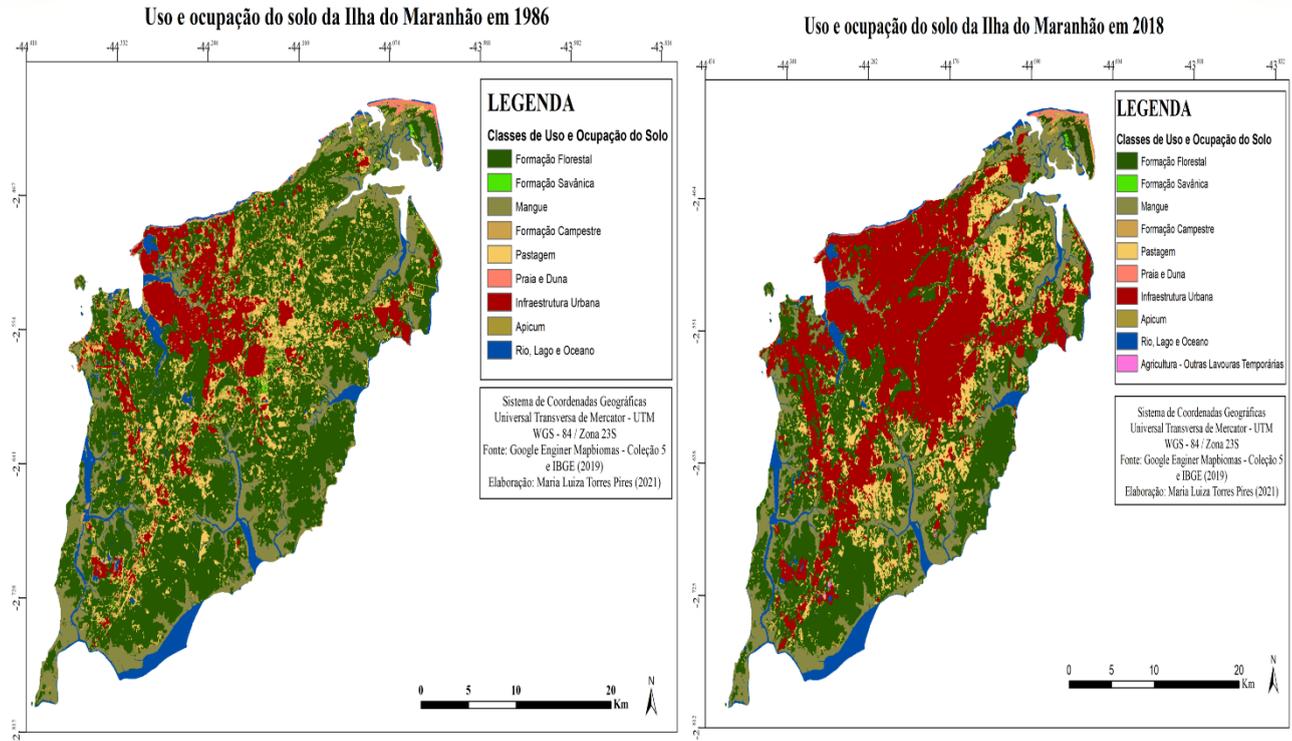
3.1 Infraestrutura Urbana e Dinâmica Espacial das Áreas de Mangue em 1986 e 2018

A Figura 2 apresenta a dinâmica espacial das áreas de mangue para a Ilha do Maranhão entre o ano de 1986 e 2018, em relação à infraestrutura urbana. As motivações para o crescimento populacional urbano estão interligadas diretamente e indiretamente com as atividades econômicas. Masullo e Santos

¹ Dado disponível em <https://data.ceda.ac.uk/neodc/esacci/biomass/data/agb/maps/v2.0>

(2014) afirmam que o rápido processo de ocupação na Ilha do Maranhão ocorreu devido a projetos econômicos, necessidade de expansão imobiliária, e exploração de recursos minerais e vegetais, além disso, revela que os impactos ambientais causados na ilha do Maranhão não são decorrentes somente de construções urbanas para uso comum como avenidas, mas também são originados pelas modificações espaciais geradas pelo interesse das elites residentes na ilha.

Figura 2 – Avanço da Infraestrutura Urbana entre o ano de 1986 e 2018.



Observa-se que as mudanças entre o ano de 1986 e 2018 demonstradas pelo crescimento da Infraestrutura Urbana ao longo da ilha, em todos os municípios, apontam que os municípios de Raposa, Ribamar e Paço do Lumiar resultam em maiores áreas de mangues preservadas quando comparadas com São Luís, a qual apresenta a área com maior concentração de infraestruturas. Esse contexto confirma o que o IMESC (2011) expõe em sua análise, ele demonstra que a cidade de São Luís por ser capital do Estado do Maranhão centraliza grande parte da população e detém grandes projetos que fomentam investimentos econômicos. Por consequência geram de maneira desordenada assentamentos urbanos e industriais que promovem o uso e ocupação nos manguezais de maneira indevida promovendo problemas como assoreamento e compactação do solo devido ao desmatamento.

Masullo e Santos (2014) também discorrem em seu trabalho sobre a evolução urbana na ilha do Maranhão entres os períodos de 1992 e 2010, confirmando a situação espacial da infraestrutura observada na figura 2. Eles demonstram que durante os 18 anos analisados a ocupação do solo na ilha foi ampliada, apresentando maior crescimento em São Luis. Devido uma demanda populacional intensa nesse município os processos de urbanização e obras de infraestruturas se estenderam para os municípios adjacentes apresentando um aumento de uso e ocupação do solo de 133% para Paço do Lumiar, 83% para São José de Ribamar e 60% de aumento para Raposa.

Tabela 1 – Distribuição das áreas de mangue (ha) e infraestrutura urbana (ha), entre o ano de 1986 e 2018.

Ano	Mangue(ha)	Infraestrutura Urbana (ha)
1986	13999,12	10514,84

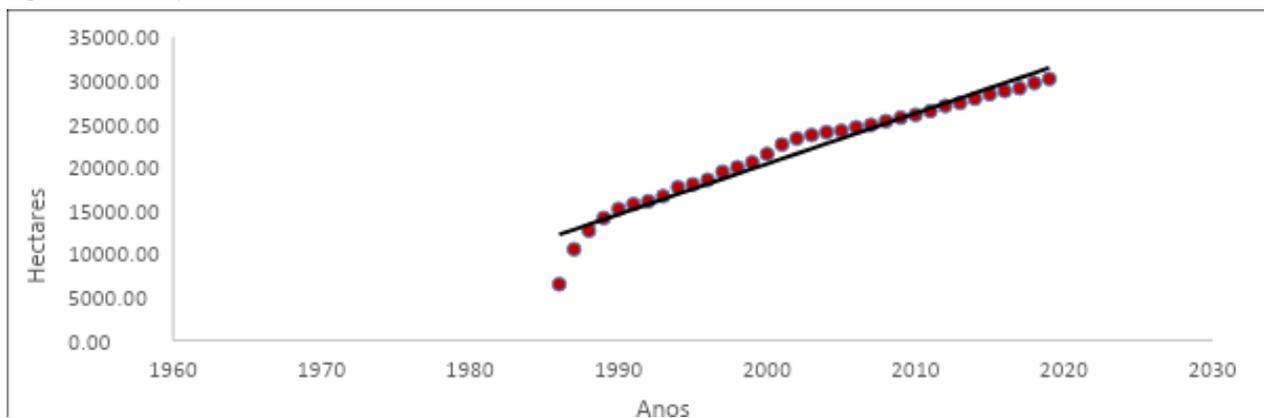
2018

14639,13

30153,81

A Tabela 1 faz um comparativo entre mangue e a infraestrutura urbana entre o ano de 1986 e 2018. Os dados da tabela confirmam o crescimento e expansão da infraestrutura urbana na Ilha. Apesar dos valores das áreas de mangue em 2018 serem maiores do que em 1986, não pode-se inferir que a infraestrutura não influencia na redução das áreas de mangue. É possível que o crescimento ocorra nas áreas de menor degradação ambiental.

Figura 3 –Variação da Infraestrutura desde o ano de 1985 até 2019.



A Figura 3 revela a tendência do processo de urbanização para a Ilha do Maranhão. A figura demonstra que o processo evolutivo da infraestrutura em Ilha do Maranhão é crescente, portanto há possibilidade da intensificação do processo de redução das áreas de colonização para os propágulos de mangue devido a expansão da malha urbana em áreas menos urbanizadas. Apesar das áreas menos infraestruturadas apresentarem as áreas de mangue menos alteradas, referente ao processo de crescimento urbano, é possível que as atividades antrópicas intensifiquem a degradação nessas áreas.

As reduções das áreas de mangue favorecem o aumento da concentração de gás carbônico atmosférico principalmente quando ocorre perturbação no solo devido a remoção das árvores para variadas finalidades. De acordo com Sasmito et al. (2020) o teor de carbono referente ao absorvido pelos manguezais encontra maior concentração no solo, portanto os impactos gerados pelo desmatamento das árvores de não somente liberará o carbono acumulado na superfície.

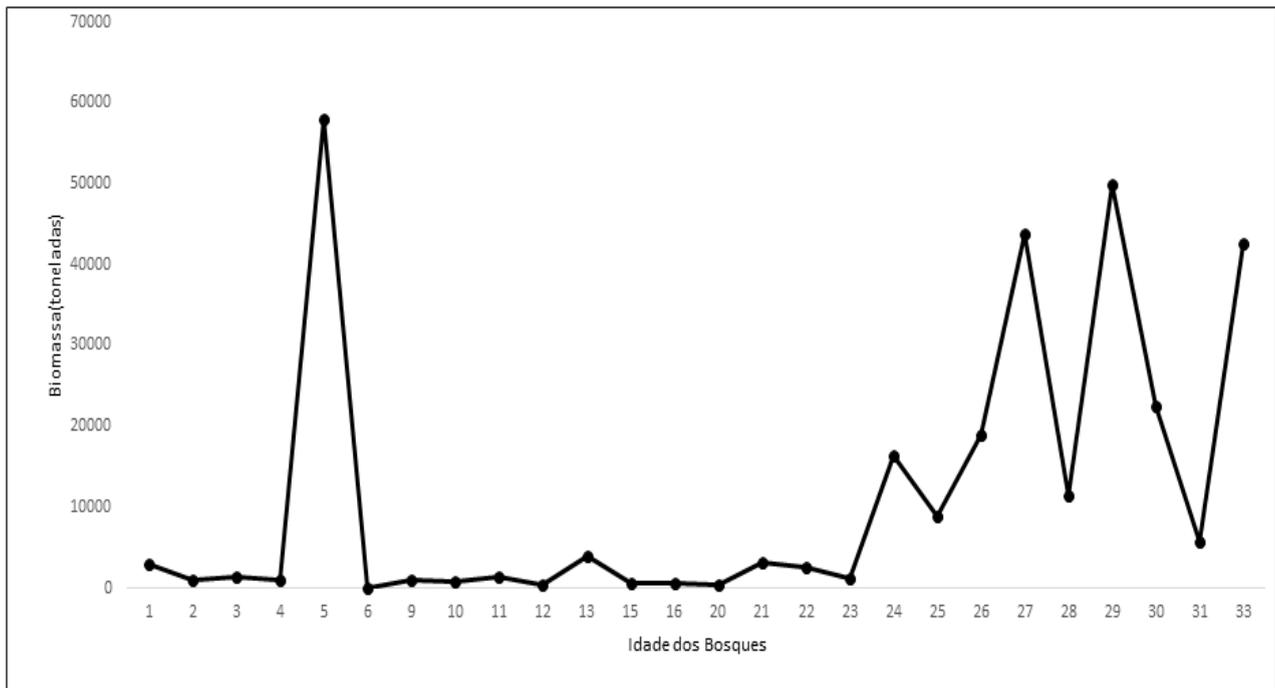
Beirão (1999) expressou em seu trabalho que maioria das atividades antrópicas que ocorrem nas zonas urbanas emitem grande concentração de poluentes na atmosfera por meio da combustão de combustíveis fósseis promovendo até mesmo mudanças no microclima, como por exemplo, a alteração da precipitação e formação de nevoeiros. Portanto a soma dos gases de efeito estufa liberados por fontes antrópicas e pelo desmatamento nos mangues pode gerar um impacto maior na atmosfera, logo é evidente que essas áreas sejam preservadas. É necessário voltar à atenção para os mangues em Ilha do Maranhão pois a falta de preservação dessas áreas podem interferir nas alterações climáticas locais e globais.

3.2 Biomassa e Cenário de Emissão do Carbono

A Figura 4 apresenta a distribuição dos valores de biomassa em função das idades dos bosques de mangue na Ilha do Maranhão, para o ano de 2018. Observa-se valores de biomassa de carbono entre

bosques de 1 a 33 anos de idade, somando o total do valor de biomassa só no ano de 2018 para todas as idades obteve-se o total de 301758 toneladas carbono acumulado. Os valores de carbono não seguem uma constância quando se compara as idades das árvores no ano de 2018. Os bosques que demonstraram árvores com idades de 5 anos apresentaram maior valor de carbono acumulado por idade, apresentando o total de 57956 toneladas de carbono, entretanto há uma diminuição brusca nos valores de biomassa das árvores com idades de 6 anos, consta como a idade que demonstrou o menor valor de carbono acumulado, apresentando apenas 74 toneladas de carbono no total.

Figura 4 – Biomassa de Carbono em função das Idades dos Bosques de Mangue.



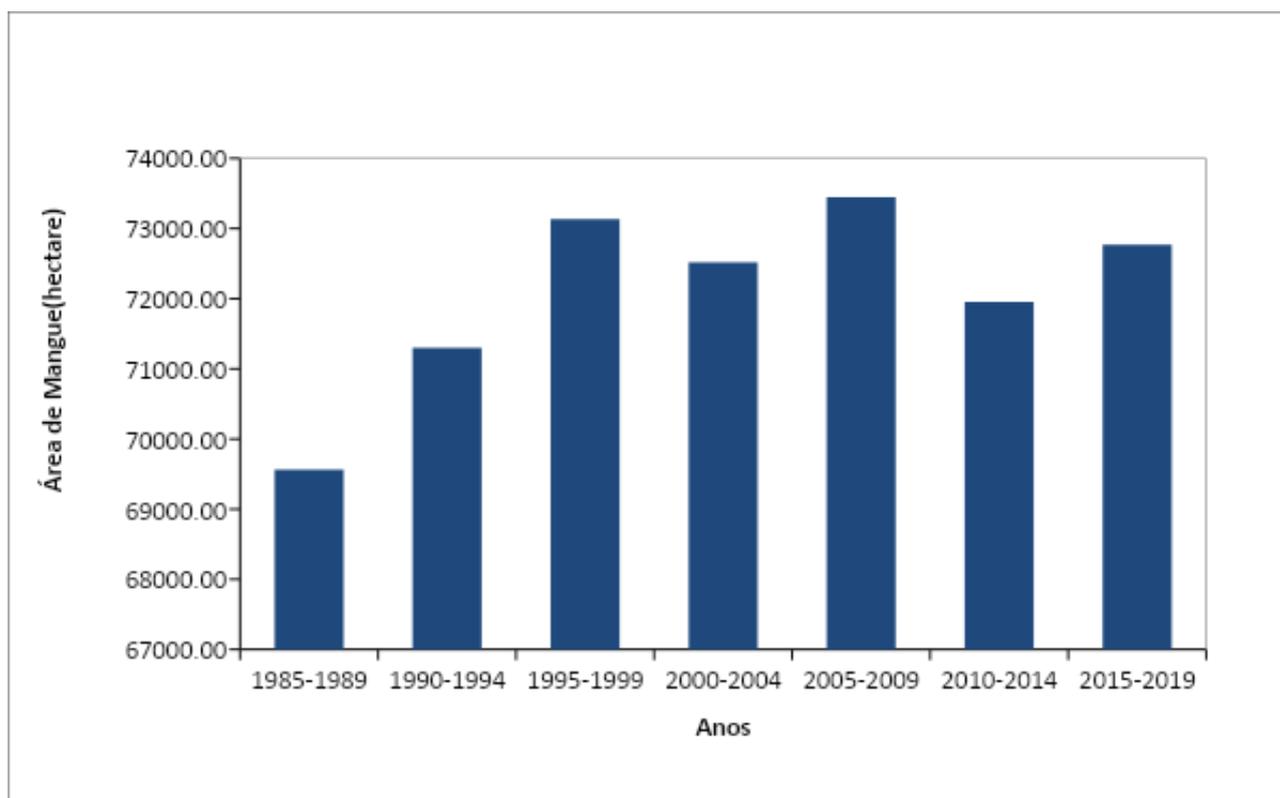
IDADE	1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	15	16	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	33
BIOMASSA	3108	976	1458	1017	57956	74	1101	942	1409	503	3995	618	658	501	3159	2591	1256	16408	9016	19049	43827	11408	49849	22475	5777	42627

Segundo Vasconcelos (2016) as áreas de menor biomassa podem estar associadas tanto à vulnerabilidade do ambiente em função de processos naturais e antrópicos como a idade dos bosques, já que os juvenis apresentam menores valores para biomassa acumulada. Portanto, é possível que os valores de biomassa mensurados para a Ilha do Maranhão estejam vinculados a degradação do meio ambiente e a idade dos bosques. As estimativas de biomassa para os mangues da Ilha do Maranhão podem possibilitar a visão de um futuro cenário de emissão do carbono. Apesar da idade 5 apresentar maiores valores para biomassa as outras faixas etárias seguem uma sequência, onde os mangues maduros possuem maiores valores de biomassa. Fatores decorrentes da urbanização na ilha podem está influenciando a irregularidade na distribuição da frequência espacial das áreas observadas, possivelmente a redução das áreas de mangue permitiram um cenário de emissão negativo para a Ilha do Maranhão pelo fato do desmatamento promover o aterro ou retirada das árvores maduras diminuindo a capacidade de absorção do carbono.

Baseando-se nos estudos de Alongi (2014), o qual apresenta os manguezais como o ecossistema marinho que detém maior absorção de carbono, nota-se que há possibilidade dos bosques de mangue da ilha consumirem o carbono atmosférico para mitigar as resultantes negativas dos gases carbônicos contribuintes do efeito estufa, porém o potencial de absorção dos bosques pode ser reduzido ao longo anos na Ilha do Maranhão devido à redução espacial das áreas de mangue resultando em uma tendência redutiva referente ao estoque de carbono vegetal permitindo o aumento das emissões de carbono.

Segundo o SEEG (2020) as maiores emissões brutas de carbono no Estado do Maranhão têm como origem a mudança de uso da terra causado por alteração decorrentes do uso do solo e desmatamento. Brito e Bezerra (2020) abordou em seu trabalho que no intervalo de 30 anos desde 1984 à 2014 as áreas de mangue foram reduzidas a 5%. Consequente a essa análise se considerando uma perda de 5% ou mais, os valores totais de biomassa daqui a menos de trinta anos a partir de 2018, pode ser possível emitir valores de carbono muito acima de 15.087 toneladas se a degradação nesse ambiente for crescente. A estimativa de carbono imobilizado na biomassa dos bosques de mangue da Ilha do Maranhão consiste em um dado estratégico, uma vez que, fornece evidências do carbono que seria emitido com um cenário de perdas progressivas de áreas de mangues.

Figura 5 – Distribuição das áreas de Mangue em intervalo de cinco anos, entre o período de 1985 a 2019.

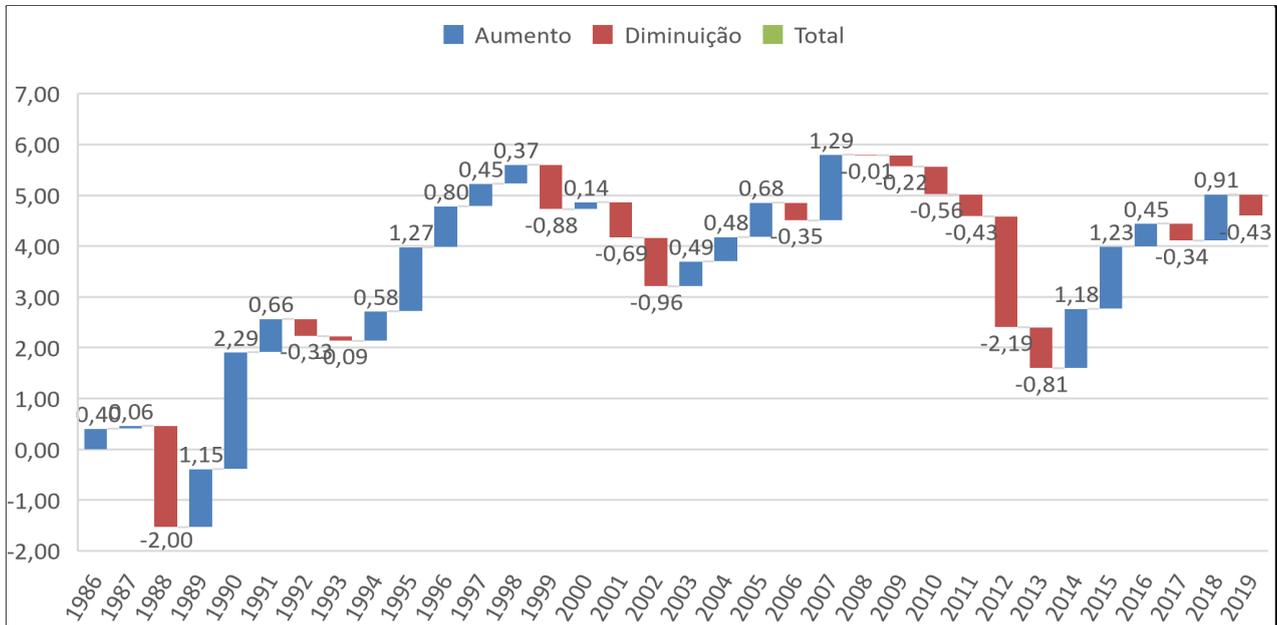


A Figura 5 representa a distribuição espacial no intervalo de cinco em cinco anos dos bosques de mangue, evidenciando que no período de 1985 à 1989 obtém-se o menor valor de densidade vegetativa de área de mangue apresentando 695.61 km² (69561.47 hectares), apesar de ocorrer um aumento dessas áreas após esse período há um decréscimo representativo entre os anos de 2010 à 2014 com apenas 719.55 km² (71954.72 hectares), sucedendo um pequeno aumento entre os anos de 2015 à 2019 apresentando 727.69 km² (72769.47 hectares), porém esse aumento não supera os anos de 2005 à 2009 com 734.44 km² (73443.52 hectares), os quais representam em sua totalidade a maior área de mangue dos anos. No entanto nota-se que não há um padrão de crescimento constante das áreas de mangue, nesse contexto verifica-se que os anos de 2010 à 2014, não superou a absorção de carbono efetuadas entre 1995 à 1999 e 2005 à 2009.

Para Fearnside, (2001), o desmatamento é um processo que tende a ficar mais difícil de ser controlado depois ser iniciado. Baseando-se nesse argumento ao analisar os períodos nota-se que a velocidade de recuperação dos manguezais está diminuindo devido o desmatamento recorrente, pois nos últimos anos 2015 e 2019, apesar de haver crescimento, não superam os valores de áreas antecedentes, pode-se entender que a capacidade de absorção do carbono na Ilha do Maranhão está prejudicada devido as

reduções das áreas de mangue, com possibilidade de aumento na concentração do carbono emitido para atmosfera.

Figura 6 – Aumento e Diminuição das Áreas de Mangue (hectare) em Ilha do Maranhão.

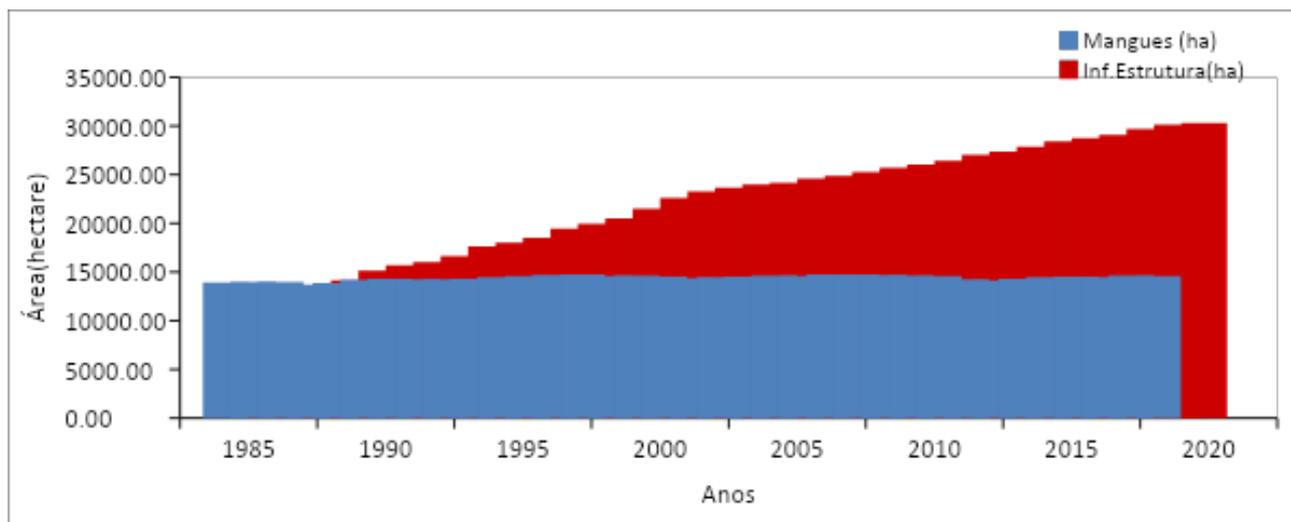


A Figura 6 apresenta uma distribuição anual de aumento e diminuição dos bosques de mangue entre os anos de 1986 á 2019 em porcentagem. O período entre 1985 e 2019, analisados neste trabalho, expressa que nos primeiros anos, as distribuições das áreas de mangue oscilaram, ocorrendo no primeiro ano um aumento de apenas 0,40%, mas em compensação em 1990 tornou-se o ano de maior distribuição com o aumento de 2,29%.

O ano que apresentou maior redução da densidade vegetativa das árvores de mangue foi 2012 apresentando o valor -2,19%, por conseguinte os anos que sucederam até 2019 obtiveram maiores ganhos relevantes como o ano de 2015 e 2016 apresentando respectivamente os valores de ganho entre 1,18% e 1,23% e por fim os últimos anos analisados demonstraram pequenas perdas entre os valores de 0,34% e 0,43% em 2017 e 2019. Observa-se que os valores positivos se sobrepõem aos negativos, demonstrando que os ganhos ocorrentes nas áreas de mangue da ilha do Maranhão superam as perdas.

Lacerda (2006) diz que fatores como altas amplitude de maré e as diferenças relacionadas a altitude das bacias hidrográficas do nordeste podem explicar a expansão das áreas de mangue já que podem promover a intrusão salina nas áreas continentais. Por serem características comuns a ilha do Maranhão é possível que esses fatores abióticos estejam interferindo positivamente na resistência dos mangues a pressão urbana possibilitando mais ganhos que perdas.

Figura 7 – Distribuição Espacial da Infraestrutura em Relação as Áreas de Mangue.



A figura 7 revela a escala espaço-temporal entre os períodos de 1985 a 2019 da tendência das áreas de infraestrutura entre os anos de 1985 e 2019. Observa-se que a infraestrutura tem um padrão crescente, apesar de em 1985 apresentar somente 64.8185 km², deu-se um crescimento positivo ao longo dos anos até 2019 que apresentou 302.86 km² de extensão em áreas de infraestrutura urbana. Baseada na dinâmica da infraestrutura apresentada nesse gráfico comparativo pode-se inferir uma tendência de aumento da malha urbana para os próximos anos.

Nota-se uma tendência positiva para a urbanização, apesar da resiliência do ecossistema devido o favorecimento de algumas variáveis ambientais como citado por Lacerda (2006) anteriormente. É provável que o avanço da malha urbana se intensifique e alcance as possíveis áreas de colonização dos mangues em condições ambientais naturais, portanto em uma perspectiva futura pode-se esperar que os valores de mangue por hectare sejam reduzidos drasticamente em detrimento de áreas urbanizadas. Os estudos atrelados ao manguezal são relevantes pelo fato do mangue enquadrar-se como um sistema completo, fornecendo bens e serviços tanto para a biota como para a sociedade.

Pascoalini (2019) destaca a dinâmica entre as forças ambientais e o mangue, discorrendo que a interação entre as variáveis ambientais ocorrem em diferentes proporções permitindo uma flexibilidade funcional, consoante a isso expõe que o aspecto estrutural do mangue e avaliação das espécies que o compõem reafirmam essa capacidade flexível e adaptativa, e conclui que através análise multivariada dos parâmetros estruturais em conjunto com parâmetros abiótico pode-se analisar e gerenciar melhor esse ecossistema. Portanto é necessário que ocorra uma gestão desse ecossistema de forma sustentável e esforços para preservação e restauração dos manguezais da Ilha do Maranhão.

4. Conclusão

O presente estudo apresenta a maior série espacial relacionada à distribuição dos bosques de mangue em ilha do Maranhão (de 1985 a 2018), tornando-se de extrema importância para a compreensão deste ecossistema, abrindo espaço para análises mais próximas a realidade. Os dados de biomassa demonstraram resultados indispensáveis para a visualização de um futuro cenário de emissão de carbono em função das perdas das angiospermas que compõem o manguezal.

Apesar do trabalho não conseguir quantificar carbono entre os anos 1985 e 2018, conseguiu que os valores de biomassa para o ano de 2018 correspondessem positivamente para a visualização de um futuro cenário de emissão quando associados a infraestrutura urbana, pois a urbanização promoveu mudanças na dinâmica da distribuição das áreas de mangue influenciando na disponibilidade do carbono atmosférico.

Diante da metodologia proposta, ao utilizar a base de dados do MapBiomass obteve-se resultados positivos na análise devido os dados serem disponibilizados anualmente. No entanto os dados disponibilizados pela'' ESA Biomass Climate Change Initiative (Biomass_cci) ``foram apenas para 2010,2017 e 2018, limitando a pesquisa, impossibilitando uma análise mais concreta sobre a disposição do carbono nos mangues da Ilha do Maranhão. Os dados de biomassa do carbono poderão agregar valor para futuras pesquisas referentes a estimativa de carbono nos mangues da Ilha. Portanto é necessário o investimento em pesquisas e ferramentas de sensoriamento remoto para análises ambientais mais consistentes e detalhadas gerando resultados relevantes.

5. Agradecimentos

A FAPEMA e a UFMA pelo financiamento da seguinte pesquisa' 'Dinâmica Espaço-Temporal de Eventos de Perda e Possível Cenário de Emissão de Carbono nas Áreas de Mangue''

6. Referências

Albuquerque, I. (2020). Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas do clima do Brasil 1970-2019.

Alongi, D. M. (2014). Carbon cycling and storage in mangrove forests. **Annual review of marine science**, 6, 195-219.

Brito, V., & Bezerra, D. (2020). Áreas de preservação permanente: análise legislativa e da ocupação de manguezais na ilha do Maranhão. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, 10(1).

Chang, T., Lee, W., Fu, H., Lin, Y., & Hsueh, H. (2007). A study of an augmented CPFR model for the 3C retail industry. **Supply Chain Management: An International Journal**, 12(3), 200-209.

Coltri, P. P., Ramirez, G. M., Walter, M. K. C., Junior, J. Z., Pinto, H. S., Nascimento, C. R., & Gonçalves, R. D. V. (2009). Utilização de índices de vegetação para estimativas não destrutivas da biomassa, estoque e sequestro de carbono do cafeeiro arábica. **XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal, 121-128.**

de Araújo, E. P., Teles, M. G. L., & Lago, W. J. S. (2009). Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal: INPE, Natal, Brasil,4631-4638.**

de Carvalho, N. B. (2020). **ECOSSISTEMAS DE CARBONO AZUL E AS SINERGIAS ENTRE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E EVENTOS EXTREMOS: O CASO DOS MANGUEZAIS DA BAÍA DE SEPETIBA-RJ.**Tese de Doutorado Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,RJ,Brasil.

de Lacerda, L. D., Maia, L. P., Monteiro, L. H. U., Marques, G., Souza, L. J. C. B., & de Menezes, M. O. T. (2006). Manguezais do Nordeste. **Ciência Hoje**, 39(229).

DO BRASIL, N. S. ABSORÇÃO DE CARBONO EM UM MANGUEZAL NO SUDESTE DO BRASIL: PERSPECTIVA DE ANÁLISE DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS.

DO MARANHÃO, G. D. E. Situação Ambiental da Ilha do Maranhão.

Godoy, M. D., & Lacerda, L. D. D. (2015). Mangroves response to climate change: a review of recent findings on mangrove extension and distribution. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 87, 651-667.

Gomes, B. A. A. C. (2020). ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS OCORRIDOS PELA OCUPAÇÃO IRREGULAR NO MANGUEZAL DO ESTUÁRIO DO RIO CEARÁ-FORTALEZA, CE. **Ensaios de Geografia**, 6(11), 11-31.

Gurjão, N. D. O. (2020). **Avanços da degradação ambiental na região Nordeste do Brasil**. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil.

Junges, A. L., Santos, V. Y. D., Massoni, N. T., & Santos, F. A. C. (2018). Efeito estufa e aquecimento global: uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica. **Experiências em Ensino de Ciências. Cuiabá**. Vol. 13, n. 5 (dez. 2018), p. 126-151.

Lima, T., & Tognella, M. (2012). Estrutura e Função dos Manguezais: revisão conceitual. **Enciclopedia Biosfera**, 8(15).

MASULLO, Y. A., & SANTOS, J. D. R. (2014). Geoprocessamento aplicado a análise do avanço do processo de urbanização e seus impactos ambientais na ilha do maranhão. In **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Belo Horizonte-MG**.

Nóbrega, G. N. (2013). **Blue carbon em solos de manguezais do semiárido: importância, métodos de quantificação e emissão de gases C-CO₂**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil.

Oliveira, M. M., de Santana Ribeiro, L. C., & Carvalho, T. S. (2020). Decomposição estrutural das emissões de gases de efeito estufa dos países do BRIC. **Geosul**, 35(75), 506-532.

Ribas, E. S., de Jesus Almeida, G., & Augusto, G. (2009). Estimativa da biomassa e carbono existência: o caso do manguezal na área do sítio Sandi, Santos-SP. **Revista Ceciliana**, 1(2), 39-43.

Ruggieri, A. C., & Cardoso, A. S. (2017). Balanço de carbono em sistemas de produção animal: fontes de emissão e opções de mitigação. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 25, 1-2.

Sasmito, S. D., Sillanpää, M., Hayes, M. A., Bachri, S., Saragi-Sasmito, M. F., Sidik, F., ... & Murdiyarto, D. (2020). Mangrove blue carbon stocks and dynamics are controlled by hydrogeomorphic settings and land-use change. **Global change biology**, 26(5), 3028-3039.

SILVA, Q. D. D. (2012). **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão. 2012**, Tese (Doutorado)—Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, Brasil.

SILVA-JÚNIOR, J. J., NICACIO, G., & RODRIGUES, G. G, 2020, A CARCINICULTURA NOS MANGUEZAIS DO NORDESTE BRASILEIRO: PROBLEMÁTICAS SOCIOAMBIENTAIS NAS COMUNIDADES TRADICIONAIS. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, 9, (70-84).

Sitoe, A. A., Mandlate, L. J. C., & Guedes, B. S. (2014). Biomass and carbon stocks of Sofala bay mangrove forests. **Forests**, 5(8), 1967-1981.

Torres Duque, J. A. (2020). **Complejidad Estructural Aérea de Bosques de Manglar y su Relación con Contenido de Carbono Azul en Suelos**. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Vasconcelos (2016). **MODELAGEM DA BIOMASSA DO MANGUEZAL DA APA DE GUAPI-MIRIM UTILIZANDO DADOS MULTITEMPORAIS POLARIMÉTRICOS DO SENSOR RADARSAT-2**. Instituto Aberto Luiz Coimbra de pós graduação e pesquisa de Engenharia. Rio de Janeiro. Brasil.

ANEXO A-Diretrizes da Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto

1. Introdução

Neste manuscrito daremos as diretrizes básicas para a confecção adequada para a revista, onde serão explanadas as normas para tabelas, figuras, fórmulas citações e referências. Caso não observe as normas para algum caso específico, valerá a norma vigente da última edição da revista.

A língua principal da Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto é o **Português (BR)**, caso o pesquisador tenha desejo de publicar em outras línguas, é **obrigatório** que haja uma versão em português além das outras versões possam haver. As línguas disponíveis para submissão de trabalhos são a Inglesa e o Espanhol.

Respeitando a avaliação às cegas, **as informações sobre autores serão incluídas na carta de apresentação** e submetidas via documento suplementares **no formato WORD**. Você pode utilizar o modelo para preencher os dados, contudo, artigos com as informações de autores em seu momento de submissão **serão recusados na íntegra**.

Vale ressaltar que o autor deverá submeter a **Carta de Concordância** do Artigo em PDF via documentos suplementares com as assinaturas dos integrantes.

O trabalho deverá iniciar com o Título em português deste, com alinhamento a esquerda e fonte Times New Roman 15; **não utilizar o título em caixa alta (maiúsculo)**.

Todos os Resumos deverão conter **Resumo** e **Abstract**. O máximo de palavras permitidas em ambos os resumos é 250. Serão permitidas para Palavras Chaves e os Keywords de no máximo 05 palavras chaves e mínimo 03. A fonte do resumo é a Times New Roman tamanho 9 vide exemplo acima.

Os Artigos obrigatoriamente deverão conter: **Introdução, Material e Método, Resultado e Discussão, Conclusão, Agradecimentos e Referências**. Destacamos aqui que os **Resultados e Discussão** podem estar separados no texto, caso seja conveniente para o pesquisador (**Resultados, Discussão**). As revisões bibliográficas e/ou de Literatura obrigatoriamente deverão conter: **Introdução, Desenvolvimento, Conclusões ou Considerações Finais, Agradecimentos e Referências**. Destacamos aqui que se pode incluir **Material e Método** entre a **Introdução** e o **Desenvolvimento** no manuscrito de revisão bibliográfica no trabalho, caso queira. A formatação requerida é a fonte Times New Roman 12, enumerado e negrito; caso haja subtítulos, estes ficarão em itálico e respeitarão a numeração secundária (exemplo **1. Introdução**) (exemplo para subtítulo: *1.1 Exemplo*). **Não aceitamos notas de rodapé.**

O trabalho deverá digitado em tamanho A4 (210 por 297 mm) formato de layout retrato; suas margens ajustadas em Superior (2 cm), Inferior (2 cm), Esquerda (2 cm) e Direita (2 cm), texto em uma coluna, espaçamento simples linhas e parágrafo de 1,00 centímetros. A Fonte Times New Roman 11 será usada em todo o texto. Para demais formatações específicas, nomenclaturas e nomes e formulas científicas, observe as últimas edições da revista. Não utilizamos na revista notas de rodapé. O número mínimo de páginas aceitos para a publicação (já na formatação oficial com imagens, gráficos, tabelas e fórmulas) será **10 (dez)** páginas para a modalidade **Artigos Completos**, onde estão incluídas os gráficos, figuras e tabelas. Para modalidade **Cotidiano e Sensoriamento Remoto**, o número de páginas irão variar de **4 (quatro) a 8 (oito) páginas no máximo**. Artigos abaixo de 4 páginas ou acima de 25 páginas **serão recusados na íntegra.**

1.1 Citações

Sobre Citações, durante a escrita deve ser respeitada tais condições (Ver exemplos abaixo):

Para início e durante o texto (1 autor), exemplo: Candeias (2016) comentou sobre a morfologia matemática no Sensoriamento Remoto.

Para início e durante o texto (2 autores), exemplo: Silva e Candeias (2016) avaliaram os produtos SRTM.

Para início e durante o texto (3 autores), exemplo: Guerra, Keles e Azevedo (2017) trabalharam com a agroecologia nas comunidades indígenas.

Para início e durante o texto (acima de 3 autores), exemplo: Gomes et al. (2015) produziu material semelhante no ambiente de Caatinga.

Para final das sentenças (1 autor), exemplo: (Candeias, 2016).

Para final das sentenças (2 autores), exemplo: (Silva; Candeias, 2016) ou (Silva & Candeias, 2016)

Para final das sentenças (3 autores), exemplo: (Guerra, Keles e Azevedo, 2017) ou (Guerra, Keles & Azevedo, 2017).

Para final das sentenças (acima de 3 autores): (Guerra et al., 2014).

Citações diretas acima de duas linhas seguirão as regras seguintes sobre espaçamento e tamanho de fonte. (Recuo de 4 cm, fonte Times New Roman 9).

2. Material e Métodos

2.1 Tabelas

Todas as tabelas devem ser numeradas com algarismos arábicos (1,2,3, ...). Os títulos devem ser colocados acima das tabelas, centralizados (Fonte 10). Somente linhas horizontais devem ser usadas dentro de uma tabela, para distinguir os cabeçalhos das colunas do corpo tabela. As tabelas devem ser incorporadas

no texto e não fornecidas separadamente. Abaixo está um exemplo que os autores podem achar útil (Tabela 1). Caso haja fonte na tabela, esta deverá ser colocada na parte inferior da mesma (Fonte 9). Destaca-se aqui que toda e qualquer tabela deverá ser chamada com antecedência da mesma durante o manuscrito.

Todas as figuras devem ser numeradas com algarismos arábicos (1,2,3, ...) onde cada figura deve ter uma legenda. Todas as fotografias, esquemas, gráficos e diagramas devem ser referidos como figuras. As Figuras devem ser de boa qualidade caso contrário não serão aceitas. As figuras devem ser incorporadas no texto e não fornecidas separadamente. A rotulação e os símbolos devem ser claramente definidos na legenda ou em uma legenda fornecida como parte da figura. As figuras deverão ser chamadas com antecedência de sua exposição no trabalho. Certifique-se de que a qualidade da imagem está em 300 DPI de resolução, pois isso facilitará a boa saída.

O número e a legenda da figura devem ser digitados abaixo da ilustração em Times New Roman 10, sendo centralizado ou justificados. Se por ventura for apresentado uma série de imagens em separados onde todas estas fazem referência a uma só figura, recomenda-se a junção destas em programas de edição de imagens para economizar espaço. A fonte seguirá após a descrição da figura.

3. Resultados e Discussão

Ressaltamos o ponto “Resultados e Discussão” como comentando anteriormente pode ser dividido entre “Resultados” e “Discussão”; de acordo com a preferência do autor.

3.1 Equações

As equações e as fórmulas devem ser digitadas em MathType ou usando a ferramenta inserir equação (aba inserir equação). Para usar a ferramenta MathType, clique no exemplo de formula 1 (Equação 1) e edite-a; caso necessite de outras formulas oriundas do MathType, copie e cole o exemplo e edite a formula diversas vezes. Para utilizar a ferramenta equações, utilize o exemplo de equação 2 (Equação 2) e execute o desejado para pesquisa. Para cada equação deve haver uma enumeração com algarismos arábicos entre parênteses no lado direito da página (igual as tabelas e figuras, as equações também devem ser chamadas no corpo do texto). Eles também devem ser separados do texto circundante por um espaço, como exemplo as fórmulas abaixo (Equação 1, 2).

4. Conclusão

Os trabalhos devem ser encaminhados exclusivamente via plataforma da revista (<https://rbsr.com.br/index.php/RBSR/about/submissions#onlineSubmissions>). A submissão do manuscrito deve ser nos idiomas PORTUGUÊS, INGLÊS ou ESPANHOL, uma vez que a publicação do mesmo será nestes idiomas.

O pesquisador deverá submeter o trabalho completo com imagens, gráficos e tabelas, sendo estas com excelente qualidade. Recomendamos que o participante envie seu trabalho anteriormente para um orientador ou um participante da pesquisa, com finalidade de refinar o manuscrito antes da submissão propriamente dita.

5. Agradecimentos

Aqui é o local onde agradece os órgãos de fomento e laboratórios de pesquisas, caso necessite.

6. Referências

Sobre as referências: todas as Citações no corpo do texto devem ser referenciadas, todas. As

referências terão como base a vigente o modelo APA com pequenas modificações. Caso haja alguma especificidade não encontrada nos modelos abaixo observe edições anteriores da revista (no mesmo ano).

Exemplos:

- *Para Artigo em revistas:* [Autores (separados por ponto e vírgula), Ano, Título, Revista, volume, número, número de páginas]. **Negrito no Nome do Periódico:**
 - *Para Artigo em anais:* [Autores (Separados por ponto e vírgula), Ano, título, nome do evento, local do evento, número de páginas]. **Negrito no nome do evento.**
 - *Monografias, Dissertações e Teses* (Autor, Ano, título, produto, curso de formação, Universidade, Cidade, número de páginas, País). **Negrito no título do trabalho**
 - Livro [Autores (Separados por ponto e vírgula), Ano, título, cidade, editora, número de páginas]
- T
- *Leis* (Instituição, título, Documento, disponível em: acesso em e ano). **Negrito no título do texto:**
 - *Notícias Eletrônicas* (Instituição ou autor, Ano original da publicação, título, local, disponível em: < link >. Acesso em: data de coleta da informação). **Negrito no título do texto.**
 - *Notícias Impressas* (Instituição ou autor, Ano, título, local). **Negrito no título do texto**
 - *Documentos impressos (pareceres)* (Instituição, Ano, título, documento). **Negrito no nome do banco de dados da informação.**