



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

**THAIS DA SILVA MELO**

**ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E BALANÇO DE CARBONO NA ZONA COSTEIRA  
DA AMAZÔNIA LEGAL MARANHENSE.**

**São Luís, MA.**

**2021**

**THAIS DA SILVA MELO**

**ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E BALANÇO DE CARBONO NA ZONA COSTEIRA  
DA AMAZÔNIA LEGAL MARANHENSE.**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de  
Oceanografia, como requisito para a obtenção do grau de  
Bacharel em Oceanografia**

**Orientador Prof. Dr. Denilson da Silva Bezerra**

**São Luís, MA.**

**2021**

## BIBLIOTECA

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

da Silva Melo, Thais.

ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E BALANÇO DE CARBONO  
NA ZONA COSTEIRA DA AMAZÔNIA LEGAL MARANHENSE / Thais da  
Silva Melo. - 2021.

31 p.

Orientador(a): Denilson da Silva Bezerra.

Monografia (Graduação) - Curso de Oceanografia,  
Universidade Federal do Maranhão, São Luis-MA, 2021.

1. Carbono. 2. Florestas Primárias. 3. Florestas  
secundária. 4. Sensoriamento Remoto. I. da Silva  
Bezerra, Denilson. II. Título.

**THAIS DA SILVA MELO**

**ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E BALANÇO DE CARBONO NA ZONA COSTEIRA  
DA AMAZÔNIA LEGAL MARANHENSE.**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de  
Oceanografia, como requisito para a obtenção do grau de  
Bacharel em Oceanografia**

**Orientador: Profº. Drº Denílson da Silva Bezerra**

**Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Drº Denílson da Silva Bezerra**

---

**Prof. Drª Náila Arraes**

---

**Prof. Drº Leonardo Soares**

## Dedicatória

*À minha família do Norte e a do Nordeste*

*Em especial ao Primo Renan Silva (in memorian)*

*e à Prima Mônica Ruelo (in memorian)*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Obrigada Mãe e Pai por terem ficado ao meu lado no momento de decisão e terem me apoiado e financiado meus estudos. Obrigada aos meus irmãos e irmãs que sempre acreditaram em mim, é em vocês que eu me espelho. Aos meus sobrinhos e afilhada pela alegria que fizeram ao meu coração, obrigada, vocês são o futuro.

Agradeço ao meu amigo Erick, pelos conselhos e apoio ao longo da minha trajetória acadêmica e pessoal, muito obrigada.

Obrigada Michelly, Marcelo, Mariangêla e Ricardo pela parceria e pela companhia de vocês nesses anos.

Deixo aqui meus agradecimentos aos meus colegas de turma 2016.1 Andressa, Mônica, Marcelly, Kalynne, Karla, Lucas, Jordan e Laila, pelas conversas nos corredores e RU.

Muito obrigada professor Leonardo Gonçalves pelo acolhimento no LEOG e pelos conhecimentos compartilhados comigo durante minha permanência no laboratório. E obrigada meus colegas de LEOG: Elienai, Samuel, Brunno, Kassandra, Thalita, Jordan, Janiusom, Gustavo, Priscila, Daniel, Matheus, Gabriel, Valéria, Rivaldo, Sara, Manél, Maria Fernanda, Leo e Larissa, pela paciência e pelos campos e análises granulométricas.

Agradeço ao mestre Josemar de Jesus o homem passáro (HP) pelos ensinamentos sobre as ondas, o surf foi importantíssimo na minha trajetória, obrigada mestre.

Obrigada prof Odilon pelo apoio e pelos ensinamentos em oceanografia química. Obrigada Laura por me ouvir e me dar bons conselhos no fim da graduação.

Obrigada meus colegas de monografia Vito e Sara pela ajuda com minhas dúvidas ao longo do trabalho.

Obrigada a meu amigo Emerson, pelas dicas e apoio durante a elaboração deste trabalho e dos outros em que nos aventuramos.

Obrigada professor Denilson, pelo seu apoio, por aceitar me orientar nesse trabalho e por sempre ter me recebido com incentivo e ânimo. Muito obrigada Celso, pelo tempo dedicado a ajudar na elaboração dessa pesquisa.

Agradeço à UFMA pelo apoio financeiro recebido durante minha graduação.

**Resumo:** A emissão do CO<sub>2</sub> por atividades antrópicas é um dos principais causadores do efeito estufa que tem como consequência as mudanças climáticas, o desmatamento é uma das práticas que mais tem causado alerta, tendo em vista que além do estoque de carbono, neste processo ocorre a redução da biodiversidade. O Maranhão é um dos estados que mais desmata na Amazônia Legal e tem ganhando relevância no que se refere a pesquisas sobre o balanço de carbono, queimadas e desmatamento. Considerando a extensa área pertencente à Amazonia Legal no Estado, a elevada biodiversidade através do presente estudo objetivou-se apresentar análises do balanço de carbono durante a série histórica de 1987 a 2019, relacionando-os com a redução e/ou aumento de florestas secundárias, primárias e bordas florestais no Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental na Amazônia Legal Maranhense, através de ferramentas disponíveis em sensoriamento remoto. Como resultado obteve-se que as emissões de CO<sub>2</sub> por FP e FS totalizaram em 32 anos ~ 424.982.164 ton. O maior volume emitido de CO<sub>2</sub> foi de ~23.420.798 em 2012 e o menor corresponde a ~ 2.847.894 ton em 2019, a média resultou em ~12.878.248 ton. A emissão causada pelo efeito de borda correspondeu a 14% do volume total emitido. O balanço total de carbono para o sistema resultou em uma tendência negativa. Por outro lado, as áreas pastagem cresceram resultando em 21% em 2019 enquanto as áreas de florestas foram reduzidas chegando a 44% da área total no mesmo ano. O SHLO abrange políticas públicas de vários setores, dessa forma é necessária a inclusão de resultados sobre estoque de carbono para garantir elaboração de políticas eficazes para minimizar as emissões de CO<sub>2</sub> como consequência do desmatamento no Estado.

**Palavras-chave:** Florestas secundária, florestas primárias, sensoriamento remoto, carbono.

**Abstract:** The emission of CO<sub>2</sub> by anthropic activities is one of the main causes of the greenhouse effect, which results in climate change, deforestation is one of the practices that has caused the most alert, considering that in addition to the carbon stock, this process reduces biodiversity. Maranhão is one of the states that deforests the most in the Legal Amazon and has gained relevance in terms of research on the carbon balance, fires and deforestation. Considering the extensive area belonging to the Legal Amazon in the State, the high biodiversity through this study aimed to present analyzes of the carbon balance during the historical series from 1987 to 2019 relating them to the reduction and/or increase of secondary and primary forests and forest edges in the Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental of Maranhense, through tools available in remote sensing. As a result, it was found that CO<sub>2</sub> emissions by FP and FS totaled in 32 years ~ 424,982,164 ton. The largest emitted volume of CO<sub>2</sub> was ~23,420,798 in 2012 and the smallest corresponds to ~2,847,894 ton in 2019, the average resulted in ~12,878,248 ton. The emission caused by the edge effect corresponded to 14% of the total emitted volume. The total carbon balance for the system resulted in a negative trend. On the other hand, pasture areas increased resulting in 21% in 2019 while forest areas were reduced reaching 44% of the total area in the same year. SHLO covers public policies from various sectors, thus it is necessary to include results on carbon stock to ensure the development of effective policies to minimize CO<sub>2</sub> emissions as a consequence of deforestation in the state.

**Keywords:** Secondary forests, primary forests, remote sensing, carbon.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Localização do Sistema Hidrográfico do Litoral.....	11
<b>Figura 2</b> - Desmatamento de Florestas Primária e Secundária (1987-2019).....	13
<b>Figura 3</b> - Correlação entre desmatamento e emissão de florestas secundárias (a); e correlação entre desmatamento de florestas secundárias e florestas primárias (b).....	14
<b>Figura 4</b> - Uso e Ocupação do solo no Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental nos anos de 1987 e 2019.....	15
<b>Figura 5</b> - Emissões de CO2 Florestas Primárias x Florestas Secundária .....	17
<b>Figura 6</b> - Variação do Uso e Ocupação do solo durante os períodos de maior emissão de CO2 por Florestas Secundárias.....	17
<b>Figura 7</b> - Emissão de CO2 por Bordas Florestais na janela histórica correspondente a 1987-2019. Linha de tendencia tracejada em azul.....	18
<b>Figura 8</b> - Análise da tendência para os períodos de 1987-2003 e 2014-2019 .....	18
<b>Figura 9</b> - Balanço de CO2 para Florestas Secundárias entre 1987 e 2019 .....	20
<b>Figura 10</b> - Emissão total de CO2 (Floresta primária, Floresta Secundária e Borda.....	21

## **LISTA DE SIGLAS E UNIDADES**

CO<sub>2</sub> - Gás carbônico

Km<sup>2</sup> - kilometro quadrado

Ton - Toneladas

~ - aproximadamente

FP - Florestas Primárias

FS - Florestas Secundárias

SHLO – Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental

UC – Unidades de Conservação

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.1 Área de estudo .....	11
2.2 Métodos .....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
3.1 Desmatamento das Florestas Primárias e Florestas Secundárias.....	13
3.2 Balanço de CO2 para Florestas Primárias, Secundárias e Bordas Florestais .....	16
3.3 Políticas públicas e gerenciamento da Amazônia Legal Maranhense .....	21
4. CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS .....	25
ANEXO .....	28
APÊNDICE .....	29

# 1. INTRODUÇÃO

A Amazonia Legal Maranhense (ALM) detém uma área de ~ 113.345 km<sup>2</sup>. No Maranhão, encontram-se características que transitam entre a região norte e nordeste. Em seu território são encontrados outros dois biomas, o cerrado e a caatinga (NUGEO, 2016) e uma zona costeira com áreas de manguezal que fazem parte da mais extensa área de manguezal do planeta, juntamente com o estado do Pará (SOUZA-FILHO, 2005).

Na ALM estão inseridas áreas de importância ambiental internacional com caráter jurídico de proteção e conservação, como por exemplo, a Baixada Maranhense e as Reentrâncias Maranhenses são áreas úmidas designadas pela Convenção Ramsar (RAMSAR, 2014). A região possui 15 Unidades de Conservação entre Parques, APAs, Reservas Extrativistas, e ainda 16 áreas indígenas (SEMA, 2019). As Florestas Primárias (FP) e Florestas secundárias (FS) representam em grande parte tal pluralidade ambiental do Maranhão.

Entende-se como FP, florestas antigas que nunca sofreram por eventos de degradação ou distúrbios que afetam os processos ecológicos que são exercidos nessas áreas. A biodiversidade presente em FP está adaptadas às condições físicas e biológicas desses ambientes, que por sua vez demandam de centenas de anos para alcançar o clímax. A redução dessas áreas é de importância global, pois além de resultar em extinções da biodiversidade local, a vegetação morta libera carbono para a atmosfera.

Eventos de desmatamento reduzem grandes áreas de FP à fragmentos de florestas que são conseqüentemente afetados pelo efeito de borda. Tal processo ocorre em fragmentos de florestas isoladas, após eventos de desmatamento. O fragmento florestal, começa a sofrer com mudanças biológicas e físicas causadas por alterações ambientais geradas pelo desmatamento. Nas árvores antes localizadas no centro das florestas, há ação de parasitas, vento forte e pelo aumento da temperatura. Estes fatores tendem a adoecer as espécies próximas à borda e, assim o efeito se torna progressivo atingido as árvores mais afastas, aumentando a área desmatada e as áreas de borda (VEDOVATO *et al.*, 2016). A dinâmica dessas áreas depende do tamanho da área de borda, do fragmento florestal e grau de isolamento. Após o desaparecimento da vegetação original em decorrência da atividade antrópica, ocorre o desenvolvimento de FS através do processo de sucessão secundária (FINEGAN, 1992).

No Maranhão, as florestas secundárias tropicais se desenvolvem em terrenos abandonados, após término do uso para agricultura ou queimados por acidentes ou não, uma vez que, muitas áreas de queimada estão ligadas ao desmatamento para plantio e criação de gado, setores com elevado valor econômico para o Estado.

O desenvolvimento dessas florestas é importante pois, recuperam a biodiversidade perdida das florestas primárias e ao longo do tempo fornecem proteção e abrigo, favorecendo condições ambientais adequadas para manutenção de diversas espécies de animais e plantas típicas de florestas primárias (DENT & WRIGTH, 2009). Para Silva-Junior (2020), o desenvolvimento e a proteção dessas florestas são alternativas para mitigar as mudanças climáticas, visto que, possuem elevada taxa média de absorção de carbono e reduzem a perda de biodiversidade.

Políticas públicas que tratam das consequências das emissões de gases de efeitos estufa e de alternativas para reduzir tais emissões, são realizadas desde a década de 1990, nas quais lideranças de países em desenvolvimento e subdesenvolvidas estipulam metas para reduzir as emissões.

A emissão mais problemática é a do CO<sub>2</sub> com efeito direto nas mudanças climáticas e está ligado ao desmatamento. No Brasil, apenas entre os anos de 2019 e 2020 o desmatamento cresceu cerca de 89% em comparação ao período anterior (2018-2019) (ARAGAO *et al* 2020). Neste caso, Aragão *et al.* (2008) descreve que o desmatamento corresponde a mais de 80% das ocorrências de queimadas em áreas recém-desmatadas.

Recentemente, no ano de 2015, o Brasil assinou sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) no acordo de Paris, com intuito de reduzir em 43% as emissões brasileiras até 2030 (BRASIL,2020). Para conseguir cumprir tais metas, o Brasil deve realizar manejo sustentável de todas as florestas secundárias, tendo em vista o alto potencial de mitigação que essas áreas possuem (HEINRICH *et al*, 2021).

Para fins de obter informações que darão suporte ao andamento das políticas ambientais, são necessárias monitoramento a longo prazo do incremento e do desaparecimento anual dessas florestas na região da ALM. O monitoramento de florestas secundarias bem como o balanço de carbono, são realizadas através de métodos aplicados por sensoriamento remoto. Estes dados são utilizados em largas escala e tem possibilitado o desenvolvimento de

pesquisas ambientais ao redor do mundo, fornecendo um conjunto de dados e estrutura para adoção de políticas de conservação da biodiversidade além de condicionar os países a conquista de seus compromissos internacionais.

Considerando a extensa área pertencente à Amazonia Legal no Maranhão, a elevada biodiversidade e desenvolvimento de florestas secundárias, o presente estudo tem como objetivo apresentar análises do balanço de carbono relacionando-os com a redução e/ou aumento de florestas secundárias, primárias e bordas florestais no Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental na Amazônia Legal Maranhense, através de ferramentas disponíveis em sensoriamento remoto.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

A área adotada para as análises do presente estudo faz parte de uma divisão das bacias maranhenses proposta por NUGEO (2016). De acordo com o mesmo relatório o Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental (SHLO) possui área de ~ 10.226 km<sup>2</sup> faz parte da Amazônia Legal Maranhense, juntamente com cinco Bacias Hidrográficas e o Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhenses. Esse conjunto hidrográfico da ALM, oferece serviços ecossistêmicos e abrigam biodiversidade de extrema importância ao estado. A maior área da ALM está localizada na APA das reentrâncias maranhenses, onde se destacam um conjunto de ilhas, baías, enseadas e uma rede estuarina encravada numa costa afogada em perpetua evolução recoberta por manguezais (MARANHÃO, 1991).

Localizado próximo a costa, nesse sistema estão inclusos, segundo o MMA (2018), dos 23 municípios que pertencem ao sistema, 11 são costeiros (APÊNDICE) e são diretamente influenciados por processos oceanográficos, como marés e ondas que modelam a costa.

Figura 1 - Localização do Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental.



Fonte: A autora (2021).

Os rios da ALM, de características amazônicas, são largos próximos à foz, acompanhado por vasta vegetação de mangue e deságuam numa costa de inúmeras rias que sofrem constante influência das marés, a drenagem ocorre por meio dos rios Pericumã, Aurá, Uru e um conjunto de rios perenes de menor porte (NUGEO, 2016).

O Maranhão é um estado de transição com áreas próximas ao Semiárido Nordeste (quente e seco), à Amazônia (quente e úmida) ao Oceano Atlântico e ao Planalto Central Brasileiro; o clima é o tropical úmido com excesso de água nos meses de janeiro à maio e deficiência de água nos meses de julho à setembro, dessa forma considera-se apenas dois períodos bem definidos, o seco e o chuvoso (NUGEO, 2016). A região sofre também influências de fenômenos meteorológicos de grande escala como o El Niño e La Niña, que são caracterizados por anomalias de temperatura da superfície do Oceano Pacífico (Freire *et al.* 2011).

As formações geológicas presentes na ALM de acordo com IMESC (2019), são rochas metavulcanos sedimentares e metassedimentares do Cráton São Luís e Cinturão Gurupi do Paleozoico ao Neoproterozoico. Fatores ambientais proporcionaram a criação de propriedades geológicas quanto à presença de minerais minérios e hidrogeológicas diferenciadas a cada aquífero, que refletem em sua produtividade, vulnerabilidade e sustentabilidade hídrica na região. No que se refere a geomorfologia, são 11 unidades geomorfológicas presentes na ALM, sendo que 3 compõem a SHLO, Litoral das Reentrâncias Maranhenses, Golfão e Baixada Maranhense e Tabuleiros de São Luís e Alcântara-Guimarães.

## 2.2 Métodos

Em todas as análises foram utilizados como base os mapas de uso e cobertura da terra disponibilizados pelo projeto MapBiomass (2019) Coleção 5. Estes dados são baseados na classificação de imagens Landsat, com resolução espacial de 30 metros.

Para identificação de florestas secundárias, a metodologia usada foi a mesma aplicada por Silva Junior (2020), na qual há reclassificação das áreas florestadas e desmatadas para valores 1 e 0, respectivamente. Rastreou-se também a conversão de áreas antrópicas (0) para florestais (1). Nos anos em que ocorreram desmatamentos repetidos, a contagem de florestas secundárias começou do zero, caso contrário a área que fora desmatada e a floresta secundária desenvolvia sem sofrer desmatamento continuava a ser contabilizada. Considerou-se o crescimento da floresta secundária em pixels que anteriormente havia uma cobertura de origem antrópica e não se sobrepõem às áreas úmidas. Para as estimativas de sequestro de carbono pelas florestas secundárias, foi adotada a recente metodologia desenvolvida por Heinrich *et al.* (2021). O mapa da floresta secundária foi colocado sobre os dados do Biomassa Acima do Solo (AGB) (100-m). Produto obtido da ESA-CCI. Os valores de Carbono Acima do Solo foram agregados pela idade da floresta secundária e foi utilizado o valor médio de carbono acima do solo para cada idade.

Para os cálculos das emissões de carbono por desmatamento e efeito de borda, foi utilizada a metodologia desenvolvida por Silva Junior *et al.* (2020). Primeiro foi calculada a idade das bordas florestais (120 metros de largura) e em seguida aplicada a equação de perda de carbono em função da idade das bordas florestais. O desmatamento foi considerado como quando as áreas de floresta de um ano anterior deram lugar a uma área antrópica (pasto ou agricultura, por exemplo) no ano em análise. Mapas com as bordas florestais foram convertidos para mapas binários, onde foi atribuído o valor 1 para a classe borda e 0 para as classes de floresta e não-floresta. Cada mapa binário, foi somado ao mapa do ano seguinte até que o último mapa de idade foi obtido. Assim, a somatória final de cada mapa corresponde à idade das bordas florestais.

Para os cálculos das emissões de carbono por desmatamento e efeito de borda, foi utilizada a metodologia desenvolvida por Silva-Júnior *et al.* (2018). Primeiro foi calculada a idade das bordas florestais (120 metros de largura) e em seguida aplicada a equação de perda de carbono (Eq. 1) em função da idade das bordas florestais. O desmatamento: áreas de floresta de um ano anterior deram lugar a uma área antrópica (pasto ou agricultura, por exemplo) no ano em análise. Onde  $E_{CPN}$  = estoque de C perdido;  $BV$  = biomassa viva acima do solo;  $0,0265$  = perda anual para bordas com idade de até quatro anos;  $0,5$  = fator de conversão da biomassa em estoque de C;  $0,09$  = fator de conversão da densidade de C (ton C/ha).

Equação de perda de carbono em função da idade:

$$\begin{aligned} E_{CPN} &= BV \times 0,0265 \times 0,5 \times 0,09 \quad (1 \geq idade \leq 4) \\ E_{CPN} &= 0 \quad (idade > 4) \end{aligned} \quad (1)$$

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Desmatamento das Florestas Primárias e Florestas Secundárias

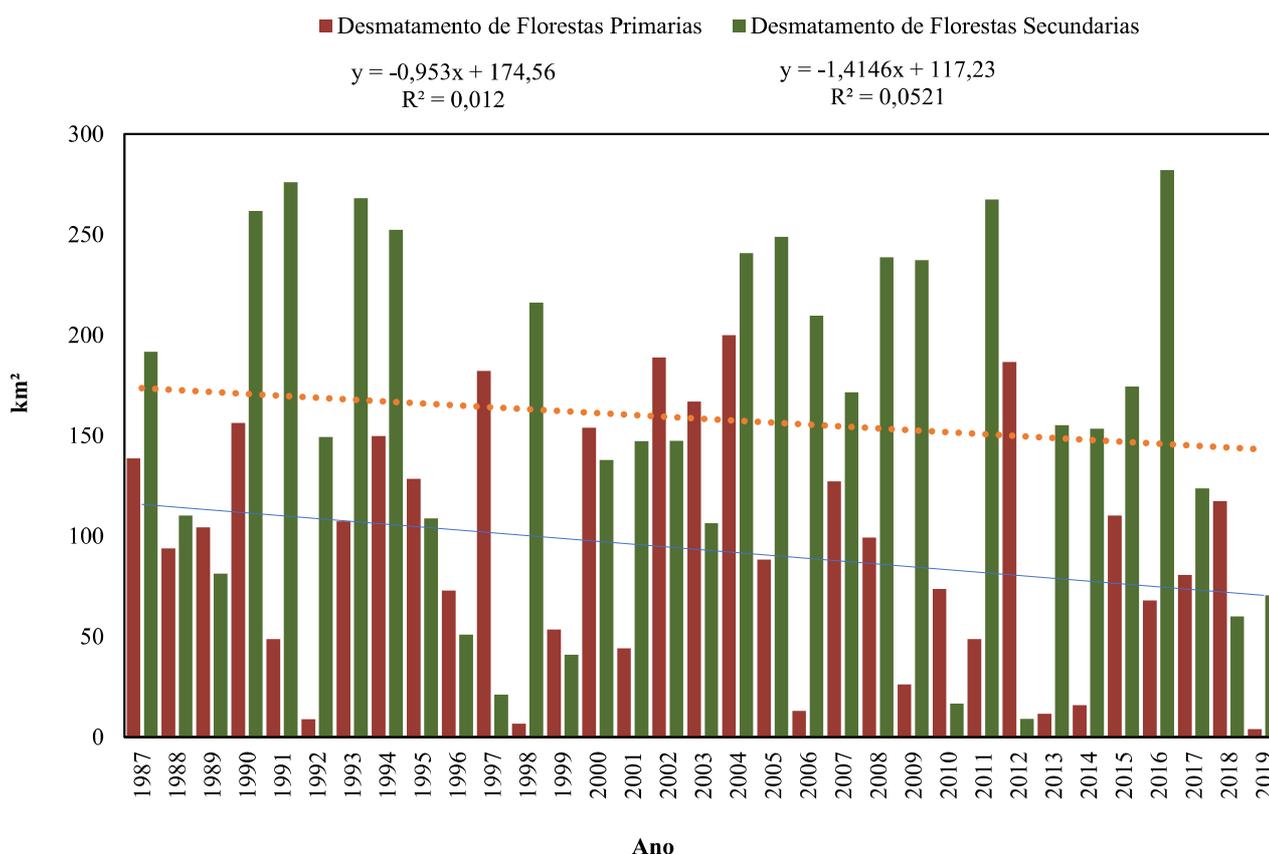
A partir da metodologia aplicada, obteve-se uma análise da dinâmica do CO<sub>2</sub> e área desmatada para a vegetação secundária, vegetação primária (Figura 2) e borda florestal na SHLO, situada na Amazônia Legal Maranhense durante o período histórico de 1987 a 2019. Durante o período analisado, foi observada a redução das áreas de florestas primárias e secundárias, que sofrem com ação de diversos determinantes naturais e antrópicos que modificam a paisagem.

No SHLO as florestas primárias tiveram taxas de desmatamento que variaram ao longo dos anos, sendo observado a maior área desmatada no ano de 2004 no qual apresentou uma área de ~ 200 km<sup>2</sup> e a menor em 2019 com uma área desmatada de ~ 4 km<sup>2</sup>. O total de áreas perdidas de florestas primárias ao longo de 32 anos foi de ~3.755 km<sup>2</sup> com uma média de ~ 94 km<sup>2</sup>.

O desmatamento das florestas secundárias foi maior em 2016 a qual a área perdida foi de ~282 km<sup>2</sup> e o ano com menor área desmatada foi em 2010 com ~17 km<sup>2</sup>, durante a janela temporal analisada o total de área de florestas secundárias desmatadas foi de ~ 5.484 km<sup>2</sup>.

A Figura 2 descreve a variação do desmatamento em ambos tipos de floresta no período de 1987 a 2019. Observa-se que as florestas secundárias sofreram com maiores taxas de áreas perdidas com média de ~167 km<sup>2</sup>, enquanto a floresta primária alcançou média de aproximadamente ~94 km<sup>2</sup> de área desmatada.

Figura 2- Desmatamento de Florestas Primária e Secundária (1987-2019).



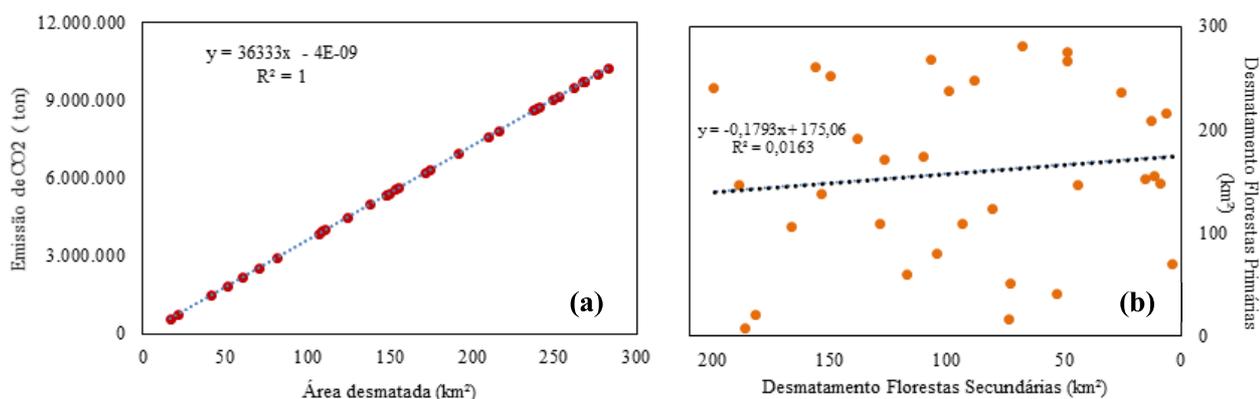
O crescente desmatamento dessas áreas pode estar relacionado com a principal mudança no tipo de uso e ocupação do solo verificada no SHLO, como as áreas de pastagem, com alta distribuição e desenvolvimento na região sul do sistema. De acordo com dados obtidos do MAPBIOMAS (2019) em 1987 as áreas florestadas chegavam a 59% da área total do sistema e os níveis de pastagem chegaram a 8%. Ao longo dos 32 anos a formação florestal (Figura 3) foi reduzida chegando a 44% em 2019, acompanhado do aumento de áreas para o pasto que chegaram a 21%. Fica evidente que as áreas florestais foram substituídas por áreas de pastagem, uma vez que não houve

mudanças expressivas para outras formas de uso e ocupação de solo. A área urbanizada, por exemplo, atingiu aumento de 240 % de 1987 a 2019. De acordo com NUGEO (2016) a população da área totalizava 343.130 habitantes, o equivalente a 5,2% do Estado, os quais dividem-se em 167.878 (48,9%) na área urbana e 175.252 (51,1%) na área rural. As cidades mais populosas são Cururupu, Pinheiro e São Bento do total de 23 municípios dos quais 17 têm sede dentro do sistema. A região da Baixada Maranhense apresentou maior desenvolvimento de área de pastagem, sendo os municípios de São Bento, Pinheiro, Pedro Rosario, Matinha, Viana, Peri Mirim e São Vicente Ferrer, todos inseridos na Área de Preservação Ambiental (APA) da Baixada Maranhense.

A partir dos valores de desmatamentos para FP e FS durante o período de 1987 a 2019 (Figura 2), verificou-se a correlação entre os eventos (Figura 3b). O gráfico apresenta o nível de correlação entre as duas classes. Observa-se que há fraca correlação entre as mesmas, tal fato representado pelo coeficiente de determinação próximo a zero ( $R^2 = 0,0163$ ) e equação com  $y = -0,1793x + 175,06$ . Dessa forma o desmatamento de tais áreas se dá por fatores diferentes, tendo como objetivo a expansão de áreas para pastagem e o desmatamento repetido de FS para o mesmo fim, pois a pastagem foi a principal modificação notada durante o período como demonstrado no presente estudo. Na análise de regressão para emissões por florestas secundárias (Figura 3a) notou-se que há forte correlação entre a emissão total de  $CO_2$  e desmatamento de FS ( $R^2 = 1$ ).

É evidenciado que são múltiplas as formas de uso e ocupação do solo que quando combinadas tem como resultado a degradação ambiental, como por exemplo, a expansão agrícola, o comércio de madeiras, crescimento populacional (GEIST e LAMBIN, 2001). No entanto, pode-se observar que, de acordo com as matrizes econômicas, sociais e culturais de uma região, estes fatores podem ser mais facilmente distinguidos em virtude da dinâmica do uso e ocupação do solo ao longo do tempo. Conforme MELLO e ARTAXO (2017) na Amazônia Legal as atividades pecuárias, a produção de soja, os investimentos em infraestrutura e a grilagem de terras ainda constituem os principais vetores diretos de desmatamento,

Figura 3 – Correlação entre desmatamento e emissão de florestas secundárias (a); e correlação entre desmatamento de florestas secundárias e florestas primárias (b).

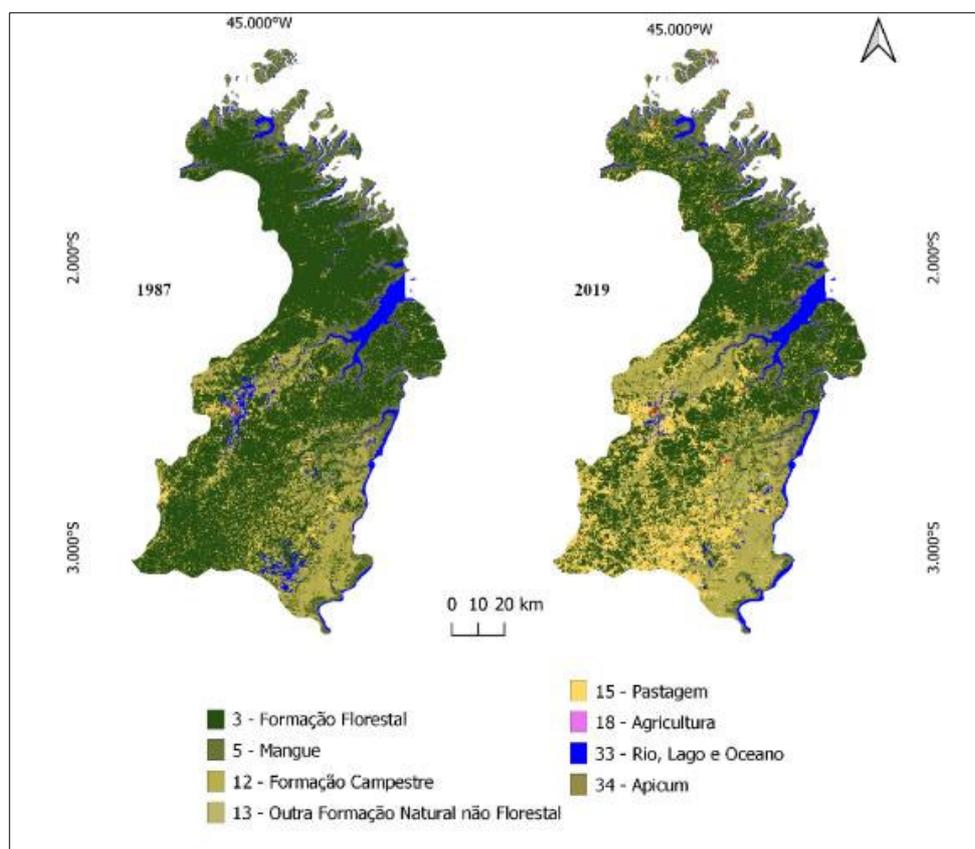


Fonte: A autora (2021).

Nesse sentido, no Maranhão os vetores do desmatamento estão ligados às atividades ilícitas e/ou práticas não-sustentáveis realizadas, principalmente, nos setores econômicos primário (pecuária, agricultura, extrativismo vegetal e mineração) e secundário (siderurgia, madeira, construção civil, etc.) (MARANHÃO, 2011). O desenvolvimento da economia no Estado afeta diretamente, sobretudo, o processo de uso e ocupação do solo. Observa-se a grande evolução da fronteira agrícola, na qual milhares de hectares de vegetação nativa são substituídos, principalmente por monoculturas. Tal fato é verificado, por exemplo, pelo desenvolvimento da silvicultura do eucalipto em consequência da demanda de carvão a partir da década de 1980 (OLIVEIRA *et al.*, 2021) e, na presente pesquisa conforme a Figura 4 a evolução gradual de áreas de pastagem no SHLO. Essa dinâmica temporal de alterações de áreas florestadas é consoante às diversas formas de uso do solo., SANTOS *et al* (2019) demonstraram a evolução da modificação do uso e ocupação do solo no estado do Maranhão, o qual já apresentou níveis bastante elevados de antropização e um crescente uso das terras, em decorrência da substituição indiscriminada da vegetação nativa.

Considerando este avanço crítico do desmatamento na Amazônia Legal, em 2004 o governo implantou um plano para reduzir de forma contínua o desmatamento da região. O Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), propõe reduzir as taxas de desmatamento e criar as condições de transição para um modelo de desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2004). O PPCDAm teve destaque em conjunto a outras políticas ambientais na redução de taxas de desmatamento na Amazonia no ano de 2012, no qual o desmatamento foi reduzido a 84% (SILVA-JUNIOR, 2018) . De acordo com RAJÃO (2021), o plano proporcionou transformações internas no IBAMA, no tocante à contratação de pessoal capacitado, incremento no valor das multas simplificação e descentralização do rito administrativo. A partir de 2004 a média de desmatamento para as FP permaneceu em ~80 km<sup>2</sup> sendo a maior área desmatada em 2004 (~80 km<sup>2</sup>) e a menor em 2019 (~ 4 km<sup>2</sup>). No SHLO, para as FS a média foi de aproximadamente ~167 com máxima área desmatada em 2016 (~283 km<sup>2</sup>) e mínima em 2012 (9 km<sup>2</sup>). Não foi evidenciado relação direta com os níveis de desmatamento na região e o plano, sendo necessário pesquisa mais detalhada sobre a execução desta política na área.

Figura 4 – Uso e Ocupação do solo no Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental nos anos de 1987 e 2019.



Fonte: A autora (2021).

As queimadas constituem um fator responsável pela redução dessas áreas na ALM. Como consequência de prolongados períodos de secas no Maranhão, os focos de queimadas correspondem a um dos principais tensores ambientais que modificam o meio socioambiental (SILVA, 2017). Vários fatores ambientais como a sazonalidade climática, determinam características plurais ao Maranhão e como consequência, também determinam o uso e ocupação do solo e como estes se distribuem. A influência do clima pode determinar grandes períodos de seca. Na região Amazônica, por exemplo, forçantes globais impulsionam períodos de estiagem como o aquecimento anômalo do oceano Atlântico que está relacionado as secas dos anos de 2005 e 2010, e o aquecimento anômalo dos oceanos equatorial, tropical oriental do Pacífico Norte e dos oceanos tropicais do Atlântico Norte relacionados a seca de 2015 (ARAGÃO et al, 2018).

Tendo em vista estes aspectos, segundo o relatório anual de desmatamento do MAPBIOMAS (2020), o Maranhão atingiu a 3ª posição dos que mais desmataram em 2020, sendo 12,085 da área desmatado de todo território nacional, apresentado 167.366 ha de área desmatada, quase duas vezes a mais de área desmatada no ano de 2019

(81.076 ha). O Estado está entre os 10 estados que superaram a média de 100 ha desmatados por dia. Dados do mesmo relatório apontam que o Maranhão possui, ainda, o município com o segundo maior desmatamento detectado no país. Balsas, obteve 5.987 ha de área desmatada em 2020, 150% maior que o segundo desmatamento mais extenso de 2019, tal fato demonstra a relação com a expansão da fronteira agrícola na região. Sendo assim, é evidente a confirmação do elevado potencial de municípios da ALM em contribuir com o aumento do desmatamento, sendo que há a ocorrência com intensidade elevada em alguns municípios, corroborando com a necessidade de atenção e aumento da fiscalização nessas áreas. Nessa perspectiva, em uma pesquisa realizada por Silva *et al* (2019), verificou-se a concentração do desmatamento da Amazônia Legal no Maranhão, em apenas 25 municípios em um período de 16 anos.

De acordo com informações do Programa de Cálculo do Desmatamento da Amazônia (PRODES) o Maranhão é o 5º Estado com maior taxa de incremento do desmatamento acumulado com 336 km<sup>2</sup> em 2020. De acordo com o INPE (2021), o Maranhão apresentou entre os anos de 2019 e 2020, 7.752 focos de desmatamento no bioma amazônico sendo desmatamento consolidado, recente, outros focos e a menor taxa para floresta primária. Na Figura 6 está demonstrada a dinâmica da alteração dos tipos de uso do solo da SHLO no espaço de 10 anos, na qual apresenta-se as áreas de florestas desmatadas para a prática do pasto (MAPBIOMAS, 2019).

Em decorrência de alterações desenfreadas causadas pelo desmatamento das florestas antigas, países tropicais que possuem áreas florestais com percentual maior de florestas secundárias devem aumentar o entendimento do potencial dessas florestas e de áreas degradadas para ajudar a conservar as espécies da floresta tropical, uma vez que os esforços para conservar FP não é mais viável (DENT e WRIGHT, 2009). Os mesmos autores apontam a importância das FS no que se refere a capacidade de torna-se um ambiente propício ao desenvolvimento de espécies colonizadoras de florestas antigas, pois há mudanças na similaridade das florestas secundárias e primárias que aumentam significativamente com a idade das FS, isso ocorre pois a medida que a vegetação FS amadurece, as espécies especializadas em habitats abertos e perturbados desaparecem e as espécies especializadas em vegetação fechada e mais antiga retornam e dão continuidade ao processo de colonização da floresta.

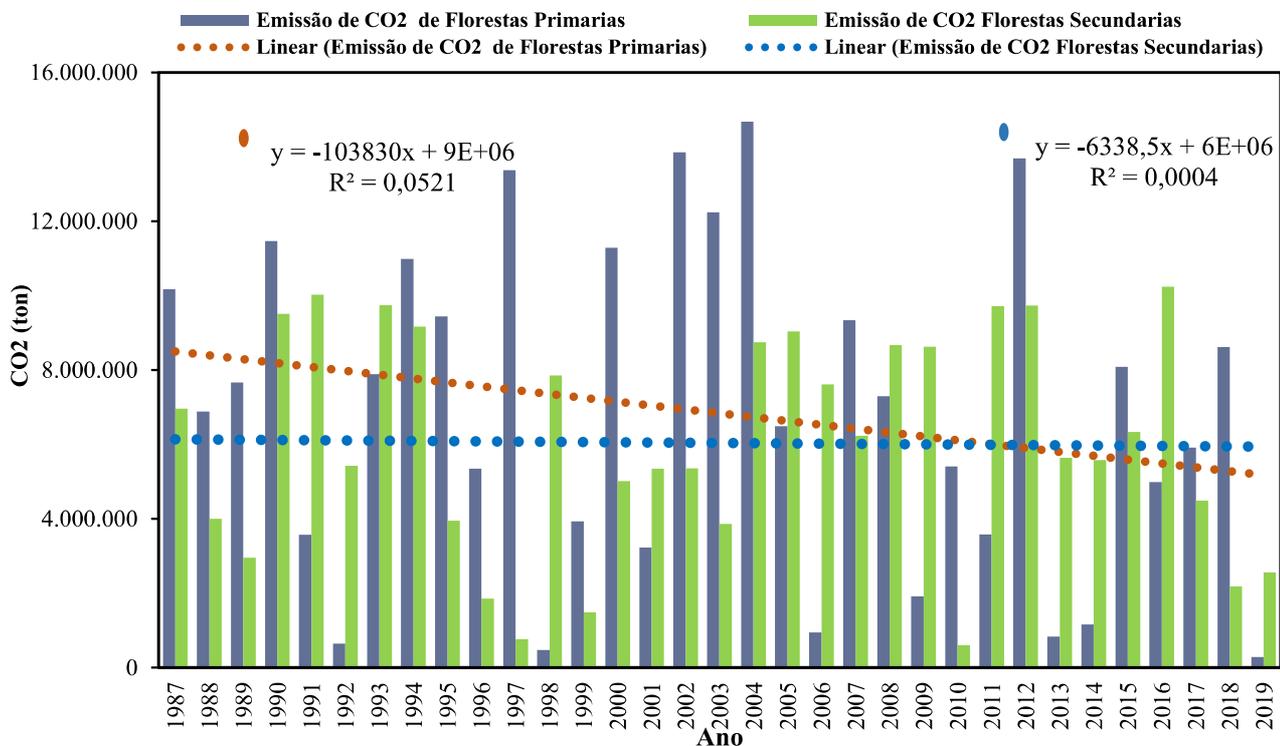
### **3.2 Balanço de CO<sub>2</sub> para Florestas Primárias, Secundárias e Bordas Florestais**

Quando ocorre o desmatamento florestal há a liberação de carbono presentes na biomassa da vegetação. Considerando a elevada contribuição desse gás para o avanço do aquecimento global, há a necessidade de verificar a emissão e sequestro do CO<sub>2</sub> da atmosfera por meio destas florestas que realizam um serviço ambiental global sequestrando o carbono. A Figura 5 representa a dinâmica de carbono para as florestas secundárias e primárias no período de 1987 a 2019.

As emissões de CO<sub>2</sub> para a floresta primária no SHLO alcançaram maior volume em 2004 com 14.676.423 ton de CO<sub>2</sub> emitidas, coincidindo com o ano de maior área desmatada. O menor volume foi observado em 2019 com 284.857 ton de CO<sub>2</sub>, ano em que ocorreu menor número de desmatamento para florestas primárias durante o período. Tais oscilações variam e acordo com a idade, condições climáticas e desmatamento, para HIGUCHI (2004) o balanço de carbono da FP depende também da mortalidade, recrutamento e crescimento interno da vegetação.

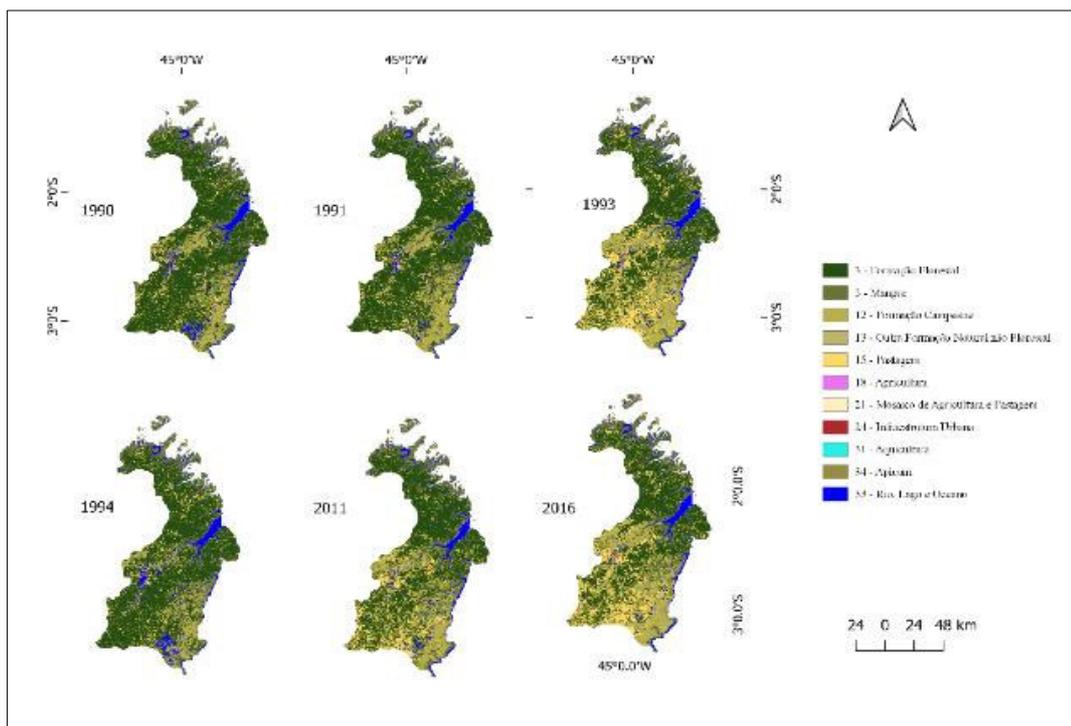
Para as emissões de CO<sub>2</sub> das FS presentes no SHLO (Figura 5), identificou-se que o carbono total armazenado no período de 1987 a 2019 foi de ~87.483.325 ton. Com a maior área desmatada (~283 km<sup>2</sup>), em 2016 foi observada a maior emissão de CO<sub>2</sub> com ~10.247.733 ton. As emissões de CO<sub>2</sub> para atmosfera apresentaram tendência negativa para os dois tipos de vegetação sendo representada pelas equações  $y = -93680x + 8E+06$  com  $R^2 = 0,0394$ ,  $y = -1372,9x + 6E+06$  com  $R^2 = 2E-05$  para FP e FS respectivamente.

Figura 5 - Emissões de CO<sub>2</sub> Florestas Primárias x Florestas Secundária



Fonte: A autora (2021).

Figura 6- Variação do Uso e Ocupação do solo durante os períodos de maior emissão de CO<sub>2</sub> por Florestas Secundárias.



Fonte: A autora (2021).

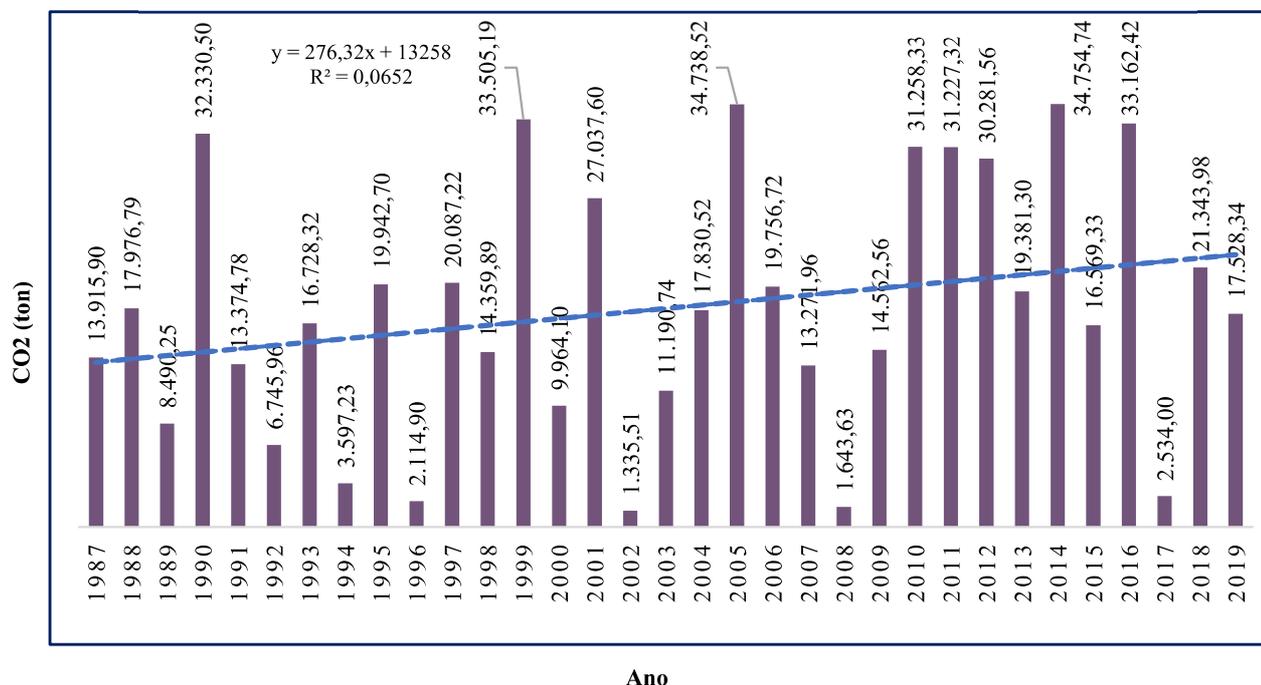
A partir de 1987 ocorreram duas quedas bem evidentes de emissão por FS, a primeira em 1997 com ~765.497 ton liberadas e em 2010 com ~605 ton, sendo este último o menor volume emitido evidenciado durante todo período, este ano apresentou também baixa taxa de desmatamento chegando a ~17 km<sup>2</sup> de área desmatada. Os anos com maior volume de CO<sub>2</sub> liberados foram, em ordem crescente de emissão 1994, 1990, 2011, 1993, 1991, 2016, com ~9.164.178 ton, ~9.508.237 ton, ~9.713.676 ton, ~9.736.144 ton, ~10.030.711 ton, ~10.247.733 ton, respectivamente. Evidenciou-se para os mesmos anos altas taxas de desmatamento, sendo ~262 km<sup>2</sup>, ~276 km<sup>2</sup>, ~268 km<sup>2</sup>, ~253 km<sup>2</sup>, ~268 km<sup>2</sup>, 282 km<sup>2</sup> totalizando ~1.608 km<sup>2</sup> de área desmatada. Neste caso o volume de CO<sub>2</sub> emitido por FS está diretamente ligado ao desmatamento. A Figura 6 apresenta as alterações na dinâmica de uso e ocupação do solo para os anos onde as emissões de CO<sub>2</sub> foram maiores. De modo geral observou-se que as florestas secundárias emitiram menos CO<sub>2</sub> que as FP apresentando média de ~6.038.642 ton de CO<sub>2</sub> emitidas, enquanto que as florestas primárias ~6.839.607 de ton de CO<sub>2</sub>. No entanto, apesar de maior ocorrência de desmatamento das florestas secundárias, a emissão do carbono foi menor. Tal fato pode ser explicado pela quantidade de carbono estocado por cada tipo florestal. A FP mesmo com uma área desmatada menor, pode emitir maior volume de carbono, pois, por ser mais antiga possui maiores níveis de carbono em sua biomassa. A liberação líquida de CO<sub>2</sub> na atmosfera foi intensificada por atividades antrópicas como a queima de combustíveis fósseis com advento da revolução industrial e pela transformação de áreas de floresta. O aumento da quantidade de CO<sub>2</sub> na atmosfera pode levar a importantes mudanças do clima, uma vez que auxilia na retenção de calor na superfície terrestre. Neste cenário as FS desempenham importante função absorvendo CO<sub>2</sub>, contrabalançando as emissões antropogênicas

Durante a série histórica analisada, as emissões provocadas em áreas de borda florestal contabilizaram um total de ~ 372.417 ton de CO<sub>2</sub>/km<sup>2</sup>. O maior volume observado foi registrado em 2004 com ~ 24.212 ton/ km<sup>2</sup>. A menor taxa correspondeu a ~ 470 ton /km<sup>2</sup>. A variação da emissão de CO<sub>2</sub> para as áreas de borda, estão apresentadas na Figura 8. Apresentando tendência positiva de equação  $y = 278,62x + 13485$ , com fraca correlação dada por  $R^2 = 0,0607$ . No entanto, quando é feita análise da série temporal segmentada (Figura 8), nota-se tendência positiva explicada pela equação  $y = 365,09x + 9682,8$  e, durante os anos de 1987 a 2003 a tendência foi negativa segundo a equação  $y = -423,16x + 13210$  de 2004 a 2019, sendo ambas as séries com fraca correlação com os anos, de acordo com  $R^2 = 0,0698$  e  $R^2 = 0,0771$  respectivamente. A área de bordas florestais tiveram média de área ~148 km<sup>2</sup> com maior área observada em 2014 com ~287 km<sup>2</sup> e menor em 2002 totalizando ~11 km<sup>2</sup> de área.

A partir das bordas acumuladas ao longo dos 32 anos calculou-se a área total resultando em ~4.893 km<sup>2</sup> de área. Em pesquisas na Bacia Amazônica, Silva-Junior (2018) concluiu que as emissões de CO<sub>2</sub> pelo efeito de borda ocorre a partir do primer ano, tendo tendência de redução a partir do sexto ano. O autor explica que as emissões de CO<sub>2</sub> por FP, FS e causadas pelo efeito de borda estão ligadas diretamente com a idade das mesmas. No presente estudo para o SHLO as análises foram realizadas considerando apenas as emissões e sequestro anual, sem associação com a idade, mas sim com o desmatamento (FP e FS) e área de borda florestal. O mesmo autor encontrou para o período de 2001 e 2005 as emissões por efeito borda corresponderam a 64% de CO<sub>2</sub> liberados pelo desmatamento. Observa-se que as áreas de bordas esboçam importância significativa no balanço de carbono florestal, dessa forma se faz necessária a inclusão do efeito borda no que se refere às emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

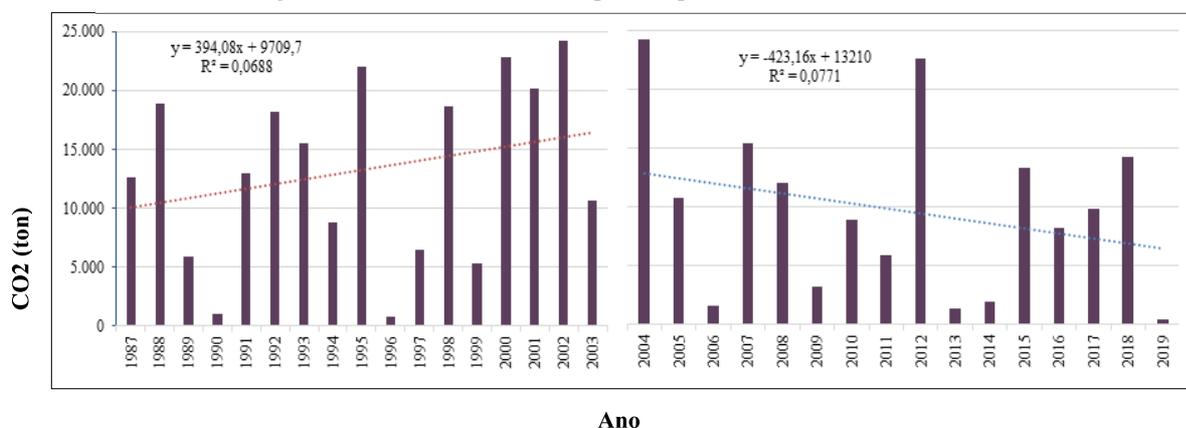
As áreas de florestas secundárias possuem grande dinâmica de uso do solo, são atingidas por forçantes de origem natural e antrópica que influenciam no desenvolvimento dessa vegetação, como por exemplo, radiação de ondas curtas, precipitação média anual, déficit de água, fertilidade do solo, área queimada e desmatamentos repetidos (HEINRICH *et al*, 2021).

Figura 7 – Emissão de CO2 por Bordas Florestais na janela histórica correspondente a 1987-2019. Linha de tendência tracejada em azul.



Ano

Figura 8 - Análise da tendência para os períodos de 1987-2003 e 2004-2019.



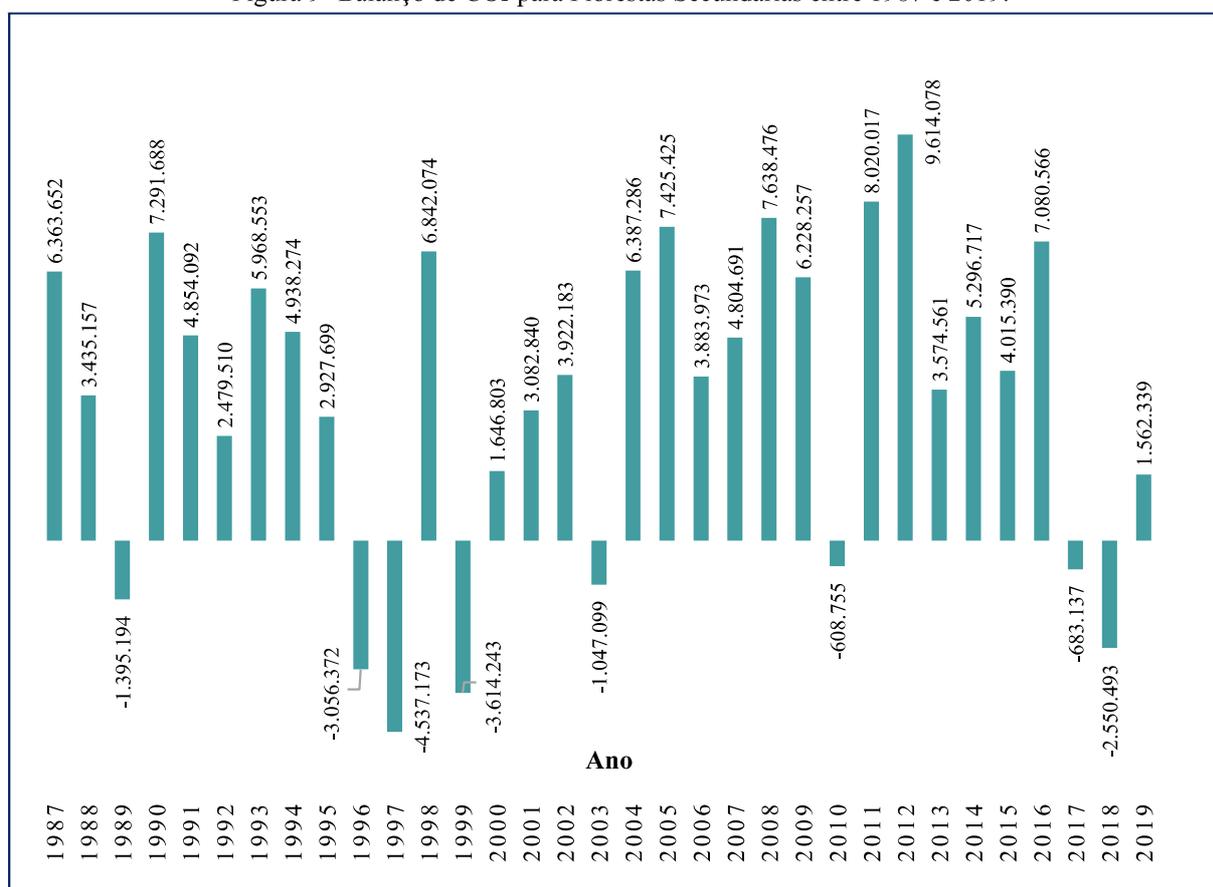
Ano

Fonte: A autora (2021).

Além de proporcionar habitat a espécies de FP, as FS são potencial sumidouro de carbono. Conforme HEINRICH *et al* (2021), em pesquisas para avaliação da dinâmica do carbono dessas florestas na Amazônia brasileira em 2017, observou-se que as FS podem contribuir significativamente para as metas de redução de emissões líquidas do Brasil, acumulando aproximadamente 19,0 Tg C por ano até 2030 se a área atual de floresta secundária é mantida cerca de 13,8 Mha. Porém, os valores reduzem drasticamente se apenas 1% de FS com mais de 20 anos fossem mantidas. Os autores ressaltam que apesar do grande potencial de mitigação para mudanças climáticas, é necessário tomadas de decisão para proteção e expansão das FS, caso contrário tal potencial é drasticamente reduzido.

Na Figura 10, o gráfico apresenta a dinâmica do CO<sub>2</sub> para FS no SHLO. Os valores negativos apontam os anos em que o sequestro de CO<sub>2</sub> compensaram as emissões das florestas secundárias, resultando em um saldo positivo. O ano em que o potencial de sequestro foi mais evidente em 1997 tendo saldo positivo de ~4.537.173 ton de CO<sub>2</sub> retiradas da atmosfera, sendo o ano com menor taxa emitida e maior sequestro de CO<sub>2</sub> atmosférico. Em 1997 verificou-se o maior volume de CO<sub>2</sub> sequestrado ~5.302.671 ton de CO<sub>2</sub>. Em 2012 evidenciou-se o maior balanço negativo, sendo sequestrado apenas ~116.844 ton e com alto valor de emissão (~9730.922 ton), resultou em ~9.615 ton liberados na atmosfera (a tabela completa com todos os valores pode ser consultada no APÊNDICE). Não foi realizada o cálculo de sequestro para FP, assumiu-se o estado de equilíbrio dinâmico das árvores em decorrência da maturidade o que é sequestrado é compensado pelas funções metabólicas.

Figura 9- Balanço de CO<sub>2</sub> para Florestas Secundárias entre 1987 e 2019.



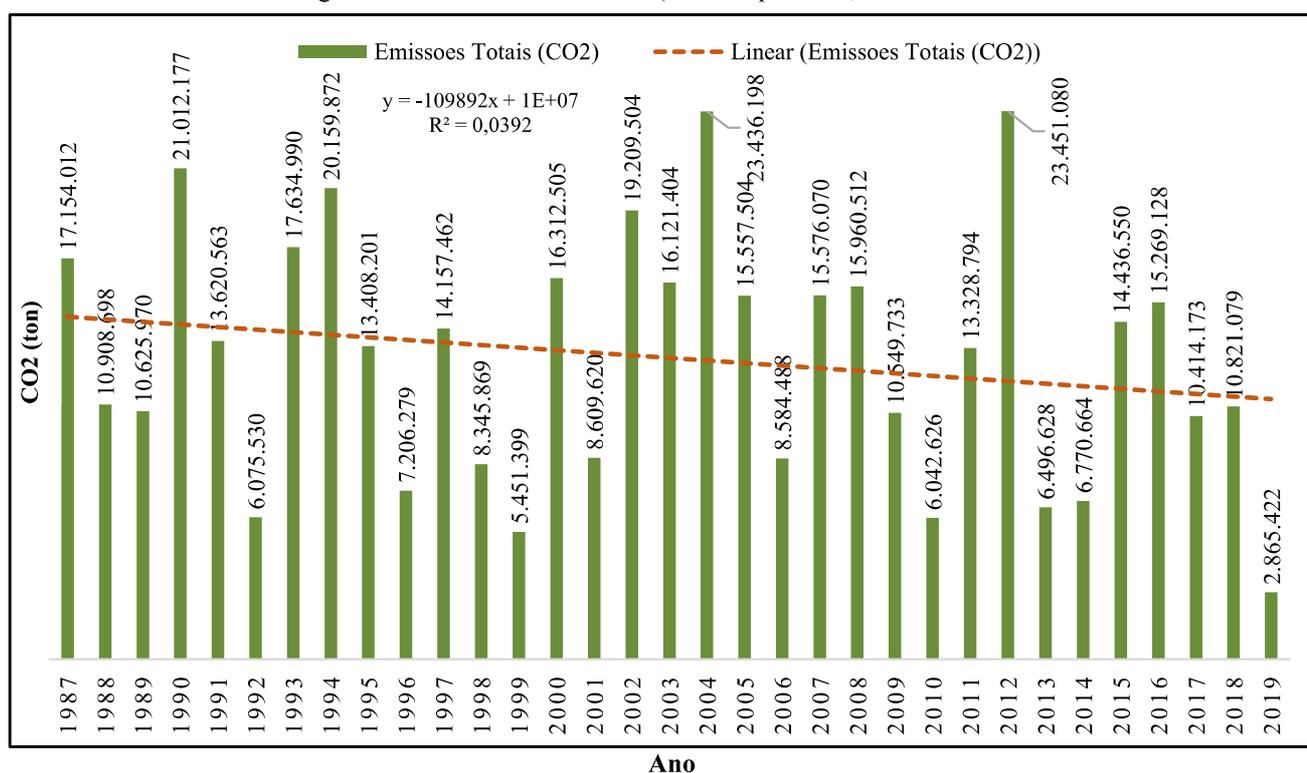
Fonte: A autora (2021).

O bioma amazônico sendo o maior do Brasil, tem importância significativa para o planejamento de medidas mitigatórias das mudanças climáticas, a exemplo SILVA-JUNIOR (2020) verificou que bioma teve a maior contribuição, respondendo por 52,21% da captação florestal secundária brasileira. Concluindo, no período entre 1988 e 2018, a absorção estimada por florestas secundárias no Brasil compensa 12% das emissões provenientes do desmatamento na Amazônia brasileira, enquanto o Pantanal teve a menor contribuição para a captação de carbono do Brasil, respondendo por 0,42% entre 1986 e 2018. Porém, medidas mitigatórias de emissões de carbono na atmosfera devem considerar a contribuição de todos os biomas. Os resultados obtidos neste estudo são essenciais para o reconhecimento da contribuição de cada região da ALM, uma vez que a dinâmica de uso e ocupação do solo para o SHLO durante período analisado proporcionaram sequestro total de 87.483.324,89 ton para as FS, o que pode contribuir para que o Estado fiscalize essas áreas e reduza as emissões de carbono para atmosfera.

As emissões de CO<sub>2</sub> por FP e FS totalizaram em 32 anos (1987-2019) ~ 424.982.164 ton. O maior volume emitido de CO<sub>2</sub> foi de ~23.420.798 em 2012 e o menor corresponde a ~ 2.847.894 em 2019, a média resultou em ~12.878.248. Quando inclui-se os volumes emitidos pelo efeito de borda ocorre aumento de ~592.543 ton, sendo

14% do volume total emitido. A Figura 10 representa a variação total da emissão de CO<sub>2</sub> no SHLO, observa-se tendência negativa das emissões de CO<sub>2</sub> no decorrer dos anos dada pela equação  $y = -109892x + 1E+07$  e  $R^2 = 0,0392$ .

Figura 10- Emissão total de CO<sub>2</sub> (Floresta primária, Floresta Secundária e Borda).



Fonte: A autora (2021).

### 3.3 Políticas públicas e gerenciamento da Amazônia Legal Maranhense

Os resultados apresentados estão inseridos em um debate mundial, onde termos e conceitos como desenvolvimento sustentável, economia verde, crédito de carbono, ações de compensação, surgiram a partir dos processos de reflexão sobre o crescimento dos números de desmatamento, das emissões de gases e resíduos poluente tanto na atmosfera quanto nos mares e florestas. Essas concepções são formuladas enquanto propostas para a resolução de problemática que podem encurtar as relações da humanidade com a natureza, atingindo diversas outras estruturas biológicas com as quais nos relacionamos.

O comércio de carbono para o Brasil pode aumentar em até 50% a ambição das metas atuais do Acordo de Paris com regras que assegurem a integridade climática e de mercado das transações comerciais, ou seja, maiores incentivos a investimentos em atividades de baixo carbono (MOTTA, 2021).

Este acordo adotado pelo Brasil para assinar a sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), tem como intuito reduzir em 43% as emissões brasileiras até 2030 (BRASIL, 2020). O Artigo 6 do Acordo de Paris cria dois instrumentos de mercado, cuja operacionalização deverá considerar as metas das NDCs, estabelece ainda instrumentos e mecanismo para comercializar resultados de mitigação internacionalmente transferidos e descentralizar as transações entre entidades públicas e privadas.

O Brasil através do Projeto de Lei (PL) nº 528/21, pretende instituir o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE) que visa regulamentar a compra e venda de créditos de carbono no país, sendo que sua instituição estava prevista na Política Nacional de Mudança do Clima (Lei nº 12.187/09). Até o momento de execução da presente pesquisa (2021) o PL está em tramitação na Câmara dos Deputados. O país possui elevado potencial para o mercado de carbono tendo em vista a dimensão da área florestal, principalmente do bioma Amazônico. Em termos de lucro, se o Brasil pudesse valorizar as potenciais reduções adicionais o mercado de carbono poderia gerar um valor líquido adicional 2016-de \$ 27-40 bilhões (PIRIS-CABEZAS, 2016). Dessa forma, a regulação do artigo 6 do acordo de Paris e a regulamentação da PL apresentam-se como alternativas eficazes para desenvolvimento econômico e mitigatório de emissão de carbono na atmosfera.

Esse projeto de lei, faz parte de uma série de políticas ambientais que tiveram mais ênfase após as conferências climáticas e as reorganizações legislativas, que buscaram recompor as novas formas sobre os modelos de produção de alimentos e commodities. Da Rio-92 e Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) resultaram na elaboração de medidas legais através de políticas públicas que pudessem garantir a estabilidade e conservação de espaços verdes e biologicamente diversos, que segundo VIOLA (1998) é tema antes discutido com mais ênfase apenas nas academias.

Os enfrentamentos ambientais no Brasil tiveram diversas mudanças desde então. Estas alterações estiveram ligadas sobretudo as políticas públicas adotadas em cada governo, o que coloca o país em destaque no que se refere as políticas ambientais, sejam por avanços, incoerências ou retrocessos.

De acordo com esse cenário, a partir de 2019 no Brasil, ocorreram drásticas mudanças de cunho político-ambiental que refletem o retorno de um governo com ideologias mais conservadoras (CAPELARI, 2020), aumentando, assim, as instabilidades político-ambientais vivenciadas até então.

Em termos internacionais, políticas públicas de maiores impactos em prol do desenvolvimento sustentável, são temas de discussões em todas as esferas sociais. A implantação da Agenda 2030 para Desenvolvimento Sustentável é uma das mais relevantes nesse sentido atualmente. Compõe as diretrizes da agenda, 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS) e 169 metas, as quais abrangem as dimensões ambiental e econômica, de forma integrada e inter-relacionada. Tais recomendações auxiliarão os países a definirem suas metas nacionais (ONU, 2015).

Ainda nessa perspectiva global, estabeleceu-se a Década dos Oceanos do desenvolvimento sustentável (2021-2030). Os desafios para a Década dos Oceanos podem ser amplamente aplicados na zona costeira da ALM. Dessa forma, a extensa faixa litorânea do Maranhão e a maior parte desta estão presentes na ALM, se faz necessária a implementação e execução efetiva de tais políticas ambientais para a saúde e bem-estar do oceano, considerando que, práticas não sustentáveis destes recursos naturais provocam a redução da diversidade biológica. A saúde e o bem-estar dos seres humanos, incluindo o desenvolvimento econômico sustentável e equitativo, dependem da saúde e da segurança dos oceanos de todo o mundo (BRASIL, 2021)

A ALM possui 26 municípios costeiros que abrangem uma paisagem rica em manguezais e estuários que são habitat de diversas espécies de organismos que dependem de um ambiente sadio para sua sobrevivência e seu desenvolvimento, além de praias e ilhas que possuem grande visibilidade turística. Estão inseridos no SHLO, 11 destes municípios costeiros, que são de grande valor e importância econômica ao estado.

Para gerenciar essa extensa costa de alto valor econômico e social, no Estado regem leis de caráter nacional, estadual e municipal, a saber: O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro instituído pela LEI Nº 7.66 de 16/05/1988, a qual foi regulamentada pelo Decreto Nº 5.300 de 7/12/2004 que tem como objetivo planejar, gerenciar de forma participativa a biodiversidade da zona costeira brasileira, através de planos, políticas e programas, executadas pelos Estados Municípios e também pela comunidade em geral objetivando garantir a qualidade de vida e do patrimônio.

Apesar da atuação do PNGC em outros Estados, o Maranhão iniciou com atraso o processo de discussão da legislação, tendo somente a articulação por meio dos levantamentos oriundos do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (GERCO), (ANDRADE, 2013). Trata-se de um programa que tem por objetivo operacionalizar o PNGC. O Estado possui apenas três municípios com execução do Projeto Orla, Cururupu, Raposa e Guimarães, sendo Cururupu e Guimarães presentes no SHLO.

Com a diversidade de ecossistemas no Maranhão, buscou-se desenvolver políticas de proteção e desenvolvimento ambiental através da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais do Maranhão (SEMA) alicerçados nas prerrogativas do Art. 255, sobre a necessidade de criação de parques ambientais, Unidades de Conservação (UC) e o desenvolvimento em consonância com o sistema educacional sobre educação ambiental e as implicações na formação cidadã das gerações atuais e futuras.

Neste contexto, as UC foram implementadas pelo Sistema estadual de unidade de conservação (SEUC), pela Lei Estadual 9.413 de 2011 (MARANHÃO, 2011). Estas por sua vez, baseadas no desenvolvimento sustentável, promovem a utilização das UC, uma vez considerado a elevada taxa de biodiversidade dessas áreas. As discussões de caráter decisório a qualquer alteração referente as UC devem ser tomadas a partir da participação de grupos tradicionais presentes nestas áreas e sociedade civil em geral.

De acordo com MARANHÃO (2020), o Estado possui amplo levantamento das características ambientais, realizado pelo programa do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE-MA). O ZEE para o bioma amazônico, tem como objetivo propiciar embasamento para elaboração de um planejamento estratégico de políticas públicas, levando em consideração as características socioeconômicas da região.

Para que se obtivesse melhor organização no âmbito municipal no Brasil, foi instituída a lei que estabelece diretrizes gerais da política urbana e determina a obrigação do plano diretor para os municípios com mais vinte mil habitantes ou integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas (BRASIL, 2001). Alcantara e Cururupu são os únicos municípios do SHLO que possuem mais de vinte mil habitantes (IBGE, 2021), ambos dispõem de plano diretor. Cururupu possui, ainda o Plano de Manejo da Reserva Extrativista Marinha de Cururupu / MA.

Devido a ampla discussão em escala internacional e nacional sobre as mudanças climáticas, governo do Estado instituiu, o Fórum Maranhense de Mudanças do Clima o qual promove ações para que se obtenha melhor embasamento para elaboração de políticas públicas, bem como facilitar interação com outras entidades públicas de mitigação das mudanças climáticas, (MARANHÃO, 2014). As emissões e sequestro de carbono analisadas nessa pesquisa na janela temporal de 1987-2019, podem ser discutidas durante o fórum, pois fornece resultados que englobam regiões de elevado valor econômico e social a Baixada e Reentrâncias Maranhenses ao longo de 32 anos e, assim discutir o papel do Maranhão na mitigação das mudanças climáticas para encontrar mecanismo para auxiliar a reduzir a contribuição do Estado. Se aplica também na elaboração de Comitês de Bacias Hidrográfica

Nesse caso, dentro desse sistema de gestão ambiental, conforme BRASIL (1997) instituiu-se os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), que tem como objetivo pesquisar, planejar e gerenciar o uso dos recursos de uma determinada bacia. Atualmente, no Maranhão, há quatro CBH, porém nenhuma dentro do SHLO.

A nível nacional presencia-se alterações de leis que geram debates a nível nacional a exemplo do Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012) com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, onde é possível observar um processo de capitalização dos recursos naturais através de fomentos privados de exploração das áreas de proteção natural, de áreas quilombolas, terras indígenas e áreas de RESEX. Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

As discussões que integraram esta mudança passaram por vários grupos, principalmente de produtores rurais e ambientalista. As principais mudanças questionadas foram a possibilidade de redução da área de Reserva Legal, que pode passar de 80% para 50% determinada por lei de cada estado, e a anistia para os proprietários que não cumpriram com as demandas até 2008, o que consolidou a degradação destas áreas. Em consonância a reverberação da alteração do código florestal houveram diversas modificações sobre a compreensão das titulações de terras, sobre os processos de legalização de grilagem de territórios ocupados pelos grandes latifundiários. Dessa forma, vários processos de titulação de terras voltadas aos povos originários e/ou comunidades tradicionais são deixados a morosidade burocrática dos órgãos que deveriam auxiliar essas comunidades.

Observa-se que, SHLO abrange políticas públicas de vários setores que propõe o desenvolvimento sustentável e a garantia de preservação e manutenção dos ecossistemas presentes. É necessário neste caso, avaliar a forma que os ecossistemas do SHLO estão sendo conduzidos por todo essas instancias, além de verificar se os objetivos para o desenvolvimento sustentável estão sendo executado, uma vez que este é também garantido por leis estadual.

SILVA JUNIOR (2020) apresenta os contratemplos ambientais na Amazonia maranhense, que incluem a atualização do código florestal, conflitos em reservas indígenas, retrocessos presentes no o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), a qual permite a redução da proteção florestal e incentiva a remoção de floresta secundária. O autor aponta o fracasso de políticas públicas de uso da terra tendo em vista o elevado teor de degradação da região. Assinala ainda, que a política de negócios levará a região a uma crise econômica, aumentando a pobreza devido ao colapso dos serviços ecossistêmicos, que ocorrem de forma gradativa ao longo do tempo, após a degradação do meio ambiente.

#### 4. CONCLUSÃO

O Maranhão detém uma natureza dinâmica como uma área geográfica expressiva sendo a transição entre o bioma cerrado e amazônico uma das mais evidentes. Mesmo com uma alta biodiversidade, o Estado está entre os que mais sofrem com desmatamento e queimadas no Brasil.

O balanço total de carbono e as oscilações de desmatando para o Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental durante 1987 a 2019 para florestas primárias e secundárias, resultaram em uma tendência negativa. Por outro lado as áreas pastagem cresceram enquanto florestas foram reduzidas. Através das análises do estoque de carbono nas áreas de borda, pode-se evidenciar a contribuição dessas áreas, uma vez que são responsáveis por emissões de carbono ocorridas após processo de desmatamento. A partir dos dados foi evidenciada a maior área desmatada em florestas secundárias, o que sugere uma frequência de desmatamentos repetidos. Tal fato está ligado com a falta de políticas de preservação para este tipo de vegetação, pois as áreas de conservação abrangem apenas florestas primárias. Devido a importância das florestas secundárias e seu papel fundamental em desenvolver a biodiversidade perdida, é necessária a implantação de mecanismos legais para preservação destas áreas, do contrário a falta de amparo dará espaço a ações criminosas de queima e também para o uso desenfreado para pastagem.

O mercado de crédito de carbono através da preservação de áreas florestadas aponta um mercado rico em geração de renda e que o Maranhão ainda possui potencial de adesão caso matenha preservada, por exemplo, florestas secundárias, as áreas ainda intocadas como unidades de conservação, reservas indígenas e ainda as áreas de manguezal que são grandes sumidouros de carbono.

Considerando que o SHLO está incluso em planos de políticas ambientais de vários setores que propõe o desenvolvimento sustentável e a garantia de preservação dessa áreas. Se faz necessário avaliar a forma que o ecossistema está sendo gerido através da Secretária de Recursos Naturais (SEMA) e outras instancias do governo. Além de incluir fortemente a problemática das mudanças climáticas na elaboração de políticas ambientais a serem desenvolvidas e dar suporte as que já estão em execução.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, L. E.O.C., et al. 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. **Nat Commun** 9, 536 (2018). Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41467-017-02771-y>>. Acesso em: 09/05/2021.

ARAGÃO, L.E.O.C., et al. Interactions between rainfall, deforestation and fires during recent years in the Brazilian Amazonia. *Phil. Trans. R. Soc. B*, v. 363, p.1779–1785. Disponível em: <[doi:10.1098/rstb.2007.0026](https://doi.org/10.1098/rstb.2007.0026). 2008>. Acesso em: 09/05/2021.

Andrade, Jaqueline. Gerenciamento costeiro no Brasil: ZeeC e plano diretor (estudo de caso – Paulista/Pe)/ Jaqueline Andrade – 2013. 144 p. : il. color. ; 21 cm  
Orientadora: Profª. Dra. Isa de Oliveira Rocha Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Humanas e da Educação, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, Florianópolis, 2013.

BEZERRA, D. S. Análise Dos Focos De Queimadas E Seus Impactos No Maranhão Durante Eventos De Estiagem No Período De 1998 A 2016. **Revista Brasileira de Climatologia**, Ano 14. Vol. 22 Jan/ Jun. 2018.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em : <https://shortest.link/ReU>. Acesso em: 24/06/2021.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Instituiu-se os Comitês de Bacias Hidrográficas Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em : [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm). Acesso em : 24/06/2021

BRASIL. LEI Nº 7.66 de 16/ 05/1988- Decreto Nº 5.300 de 7/12/2004. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro instituído. Disponível em: <https://shortest.link/Pyn>. Acesso em: 24/06/2021.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso:29/04/2021.

BRASIL. Decreto de 3 de julho de 2003. Plano de Ação Para a Prevenção e Controle Do Desmatamento na Amazônia Legal. Brasília, de Mar. 2004. Disponível em: [http://redd.mma.gov.br/images/publicacoes/PPCDAM\\_fase1.pdf](http://redd.mma.gov.br/images/publicacoes/PPCDAM_fase1.pdf). Acesso em: 04/06/2021.

BRASIL. **Ministério das Relações Exteriores**. Nota Á Imprensa Nº 157/2020 Apresentação da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil perante o Acordo de Paris. Disponível em: <https://shortest.link/QDa>. Acesso em: 04/05/2021.

**BRASIL 2021 Plano de Implementação** Resumo Década: <https://www.oceandecade.org> Folheto COI 2020-5 Prov. COI/UNESCO, agosto de 2020.

CAPELARI, M. G. M. et al. Mudança de larga escala na política ambiental: análise da realidade brasileira. **Revista De Administração Pública**. nov.dez.2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-761220190445>. Acesso em: 03/04/2021

DENT, D. H. & WRIGHT, S. J., The future of tropical species in secondary forests: A quantitative review. **Biological Conservation**. V.142, 2009, p. 2833-2843. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.05.035>.

FINEGAN, B. The management potential of neotropical secondary lowland rain forest. *Forest Ecology and Management*, v.47, p.295- 231, 1992.

FREIRE J. L. M. et al. Análise de Aspectos Meteorológicos sobre o Nordeste do Brasil em Anos de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 03, p. 429-444, 2011.

GEIST, H. & LAMBIN, E. **What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence**. Louvain-la-Neuve: LUCC Report Series.v.4, 2001.

HEINRICH, V. H. A. et al. Large carbon sink potential of secondary forests in the Brazilian Amazon to mitigate climate change. **Nat Commun.** v.12, 1785, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41467-021-22050-1>>. Acesso em: 04/05/2021.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10/04/2021.

INESC. **52 Anos De Incentivos Fiscais Na Amazônia: Para Quê Serviu?** Disponível em:<https://shortest.link/Pxf>. Acesso em: 26/06/2021.

IMESC- Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos Cartográficos-. **Relatório técnico de Geologia, Geomorfologia e Hidrogeologia do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão (ZEE) – Etapa Bioma Amazônico.** São Luís: IMESC, 2019, 142 p.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. PRODES - **Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite.** Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes>. Acesso em: 25/06/2021.

MARANHÃO. Decreto nº 11.901 de 11 de junho de 1991. **Cria, no Estado do Maranhão, a Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses, com limites que especifica e dá outras providências.** São Luís: D.O.E, set. 1991, n. 195.

MARANHÃO. Decreto nº 27.317, de 14 de abril de 2011. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento E Das Queimadas No Estado Do Maranhão. São Luis, Maranhão nov. 2011.

MARANHÃO. **Fórum Maranhense De Mudanças Climáticas.** Disponível em: <https://www.sema.ma.gov.br/forum-maranhense-de-mudancas-climaticas> Acesso em: 26/04/2021.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2020.** São Paulo, Brasil - 2021 – 93p. Disponível em: <http://alerta.mapbiomas.org>. Acesso em: 05/06/2021.

MARANHÃO. **Maranhão Municípios Costeiros.** Disponível em: <https://shortest.link/OZa> Acesso em: 04/05/2021

MARANHÃO. Lei Estadual 9.413 de 2011. Institui O Sistema Estadual De Unidades De Conservação Da Natureza Do Maranhão E Dá Outras Providências. Disponível em: <https://shortest.link/Pzb>. Acesso em: Acesso em: 04/05/2021

MELLO, N. R. & ARTAXO, P.- Evolução do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, Brasil, n. 66, p. 108-129, abr. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-901X.v0i66p108-129>>Acesso em: 03/04/2021.

NUGEO, Núcleo Geoambiental. **Bacias Hidrográficas e Climatologia no Maranhão.** UEMA. 2016. 166p. Disponível em : <https://shortest.link/Rh5>. Acesso em: 10/04/2021.

OLIVEIRA, A. B., PAZ, D. A. S., PEREIRA, A. M. Grandes Projetos Agro-Minero-Exportadores Na Inserção Da Silvicultura Do Eucalipto Na Amazônia Maranhense. **Revista Caminhos De Geografia.** Disponível em: <http://doi.org/10.14393/RCG227954119>. Acesso em: 28/04/2021.

RAJÃO, R. et al. Dicotomia da impunidade do desmatamento ilegal. Policy Brief jun. 2021. Disponível em: <https://shortest.link/Rg0>. Acesso em: 26/06/2021.

RAMSAR. **The List of Wetlands of International Importance: 11 September 2014.** 17. Disponível em: <<http://www.ramsar.org/pdf/sitelist.pdf>>. Acesso em: 05/06/2021.

SANTOS, M. M.M; et al- **Uso E Ocupação Do Solo No Estado Do Maranhão Nos Anos 2000 e 2016.** IV Congresso Internacional Das Ciencias AgrariaS COINTER-PDVAGRO 2019: DOI:<https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0141>

SILVA C., A. A. C et al. **Análise da dinâmica no uso da terra maranhense na Amazônia Legal** Revista Verde. Pombal, Paraíba, Brasil v. 14, n.3, jul.-set, p.443-452, 2019 DOI: 10.18378/rvads.v14i3.6550

SILVA-JUNIOR C. H.L., et al. **Amazon Forest on the edge of collapse in the Maranhão State, Brazil**, Land Use Policy, V. 97,2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104806>. Acesso em: 26/06/2021.

SILVA JUNIOR, C. H. L. et al. Benchmark maps of 33 years of secondary forest age for Brazil. **Sci. Data** 7, 269 (2020). Disponível em: < <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00600-4>>.

SILVA, M. N., et al - A seca no Maranhão no período de 2010 a 2016 e seus impactos. **Estrat.** Brasília-DF. v. 22. n. 44. p. 119-138.jan-jun. 2017.

SOUZA-FILHO, P.W.M.S. Costa de macromaré da Amazônia: Cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, n. 4, p. 427-435, 2005.

VEDOVATO, L.B.; FONSECA, et al. The extent of 2014 forest fragmentation in the Brazilian Amazon. **Reg. Environ. Chang.** 2016, 16, 2485–2490.

VIOLA, E. A Globalização Da Política Ambiental No Brasil, 1990-1998. In **XXI International Congress of the Latin American Studies Association 1998**, Panel ENV 24, social and Environmental Change in the Brazilian Amazon., Chicago, USA, 24-26 /09/1998.

### **Agradecimentos**

À FAPEMA e á UFMA pelo financiamento ao projeto“Quantificação das perdas de estoques de carbono florestal devido ao desmatamento e fragmentação florestal para o estado do Maranhão” (Registro na UFMA: PVCBS1814-2019), o qual engloba a presente pesquisa.

## ANEXO

Revista Brasileira de Cartografia		
Informações da Revista	Guia de Submissão	Diretrizes
ISSN 1808-0936   <a href="https://doi.org/10.14393/revbra-scartogr">https://doi.org/10.14393/revbra-scartogr</a>	<a href="http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/issue/view/1861/302">http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/issue/view/1861/302</a>	<a href="http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/issue/view/1890/309">http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/issue/view/1890/309</a>

## APÊNDICE

Tabela 1. Parâmetros estatísticos para FP, FS e Bordas Florestais.

Parâmetros	Sequestro por Floresta Secundária (km <sup>2</sup> )	Emissões Totais (CO <sub>2</sub> )	Emissão de CO <sub>2</sub> de Florestas Primárias	Emissão de CO <sub>2</sub> Florestas Secundárias	Bordas Florestais (Ton CO <sub>2</sub> )
Média	2.651.009,85	12878247,39	6839606,164	6038641,225	17955,84295
Erro padrão	289.110,25	934029,5413	765620,1686	517930,7277	1822,035785
Mediana	2.320.128,38	13388258,64	6886148,108	5638902,904	17528,34314
Modo					
Desvio padrão	1.660.811,92	5365591,214	4398153,022	2975285,512	10466,79871
Variância da amostra	2.758.296.239.862,50	2,87896E+13	1,93438E+13	8,85232E+12	109553875,2
Curtose	(1,30)	-0,678624032	-1,08639362	-1,132540092	-0,957854144
Assimetria	0,26	0,173895397	0,105202409	-0,231158425	0,119685117
Intervalo	5.185.826,96	20572904,64	14388566,28	9642732,733	33419,23597
Mínimo	116.843,13	2847893,724	284856,733	605000,0336	1335,508997
Máximo	5.302.670,08	23420798,37	14673423,01	10247732,77	34754,74496
Soma	87.483.324,89	424982163,8	225707003,4	199275160,4	592542,8174
Contagem	33,00	33	33	33	33
Maior (1)	5.302.670,08	23420798,37	14673423,01	10247732,77	34754,74496
Menor (1)	116.843,13	2847893,724	284856,733	605000,0336	1335,508997
Nível de confiança(95,0%)	588.898,30	1902555,916	1559517,25	1054990,369	3711,365443

Tabela 2 – Municípios Costeiros da Amazônia Legal Maranhense.

<b>Município</b>	<b>Nº De Habitantes</b>	<b>Inserido no SHLO</b>
<b>Carutapera</b>	23.952	Não
<b>Luís Domingues</b>	6.984	Não
<b>Godofredo Viana</b>	11.963	Não
<b>Cândido Mendes</b>	20.278	Não
<b>Turiação</b>	35.709	Não
<b>Bacuri</b>	18.654	Não
<b>Apicum-Açu</b>	17.413	Sim
<b>Serrano do Maranhão</b>	10.299	Sim
<b>Cururupu</b>	32.626	Sim
<b>Porto Rico do Maranhão</b>	5.955	Sim
<b>Cedral</b>	10.693	Sim
<b>Guimarães</b>	11.997	Sim
<b>Bequimão</b>	21.299	Sim
<b>Alcântara</b>	22.112	Sim
<b>Bacurituba</b>	18.654	Sim
<b>Cajapió</b>	11.216	Sim
<b>São João Batista</b>	20.701	Não
<b>Anajatuba</b>	26.988	Não
<b>Santa Rita</b>	38.298	Não
<b>Bacabeira</b>	17.252	Não
<b>São Luís</b>	1.108.975	Não
<b>Rosário</b>	42.994	Não
<b>Axixá</b>	12.183	Não
<b>São José de Ribamar</b>	179.028	Não
<b>Paço do Lumiar</b>	123.747	Não
<b>Raposa</b>	31.177	Não

Tabela 3 - Parâmetros estatísticos para FP, FS e Bordas Florestais.

Ano	Emissão de CO <sub>2</sub> de Florestas Primárias	Emissão de CO <sub>2</sub> Florestas Secundárias	Emissões Totais (CO <sub>2</sub> )	Sequestro Floresta Secundária (km <sup>2</sup> )	Balanco (CO <sub>2</sub> )	Balanco de Floresta Secundária CO <sub>2</sub>
1987	10.179.058	6.961.038,73	17.140.096,30	597.386	16542710,07	6363652,492
1988	6.886.148	4.004.572,79	10.890.720,90	569.415	10321305,53	3435157,426
1989	7.663.897	2.953.583,03	10.617.479,96	4.348.777	6268703,107	-1395193,826
1990	11.471.609	9.508.237,23	20.979.846,48	2.216.550	18763296,96	7291687,71
1991	3.576.478	10.030.710,09	13.607.187,83	5.176.619	8430569,254	4854091,512
1992	647.497	5.421.287,18	6.068.784,21	2.941.777	3127007,161	2479510,139
1993	7.882.118	9.736.143,88	17.618.262,15	3.767.591	13850670,82	5968552,553
1994	10.992.097	9.164.177,74	20.156.274,82	4.225.904	15930371,32	4938274,233
1995	9.435.178	3.953.080,71	13.388.258,64	1.025.382	12362876,69	2927698,764
1996	5.348.842	1.855.322,39	7.204.164,27	4.911.694	2292470,359	-3056371,521
1997	13.371.878	765.497,11	14.137.374,89	5.302.670	8834704,808	-4537172,976
1998	479.799	7.851.710,44	8.331.509,12	1.009.636	7321872,901	6842074,22
1999	3.931.513	1.486.380,84	5.417.894,02	5.100.624	317269,9708	-3614243,21
2000	11.291.912	5.010.628,78	16.302.540,91	3.363.826	12938715,14	1646803,007
2001	3.231.759	5.350.823,48	8.582.582,06	2.267.984	6314598,269	3082839,686
2002	13.852.689	5.355.479,42	19.208.168,85	1.433.297	17774872,09	3922182,66
2003	12.243.307	3.866.906,07	16.110.213,28	4.914.005	11196208,62	-1047098,586
2004	14.673.423	8.744.944,15	23.418.367,16	2.357.658	21060709,45	6387286,444
2005	6.486.902	9.035.863,63	15.522.765,36	1.610.438	13912326,95	7425425,214
2006	951.115	7.613.616,16	8.564.730,90	3.729.643	4835087,777	3883973,039
2007	9.332.175	6.230.623,48	15.562.798,13	1.425.932	14136865,75	4804691,097
2008	7.289.944	8.668.923,89	15.958.868,16	1.030.448	14928419,82	7638475,546
2009	1.914.878	8.620.292,58	10.535.170,72	2.392.035	8143135,314	6228257,179
2010	5.406.368	605.000,03	6.011.368,15	1.213.755	4797612,824	-608755,2887
2011	3.583.891	9.713.675,66	13.297.567,01	1.693.658	11603908,8	8020017,451
2012	13.689.877	9.730.921,13	23.420.798,37	116.843	23303955,24	9614078,002
2013	838.344	5.638.902,90	6.477.246,57	2.064.342	4412904,445	3574560,776
2014	1.160.870	5.575.039,08	6.735.909,38	278.322	6457587,345	5296717,043
2015	8.084.462	6.335.518,80	14.419.980,67	2.320.128	12099852,29	4015390,412
2016	4.988.233	10.247.732,77	15.235.966,08	3.167.167	12068799,57	7080566,26
2017	5.917.853	4.493.786,72	10.411.639,29	5.176.924	5234715,095	-683137,4804
2018	8.618.033	2.181.702,55	10.799.735,46	4.732.196	6067539,794	-2550493,111
2019	284.857	2.563.036,99	2.847.893,72	1.000.698	1847195,401	1562338,668