



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO E GRADUAÇÃO  
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

LUCIANE PEREIRA FERNANDES  
SILVIO TAVARES DA SILVA

**EROSÃO NA ORLA DE MACAPÁ:** um estudo de caso na área do Aturiá, no bairro  
do Araxá, em Macapá-AP

MACAPÁ - AP  
2019

LUCIANE PEREIRA FERNANDES  
SILVIO TAVARES DA SILVA

**EROSÃO NA ORLA DE MACAPÁ:** um estudo de caso na área do Aturiá, no bairro  
do Araxá, em Macapá-AP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao curso de Licenciatura em Geografia pela  
Universidade Federal do Amapá – UNIFAP,  
como requisito para obtenção do título de  
Graduação de Licenciado em Geografia.  
Orientador: Prof. Dr. Genival Fernandes Rocha.

MACAPÁ-AP  
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá  
Elaborada por Cristina Fernandes – CRB-2/1569

---

Fernandes, Luciane Pereira.

Erosão na orla de Macapá: um estudo de caso na área do Aturiá, no bairro do Araxá, em Macapá-AP / Luciane Pereira Fernandes, Silvio Tavares da Silva; orientador, Genival Fernandes Rocha. – Macapá, 2019.

72 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Bacharelado em Geografia.

1. Erosão fluvial – Rio Amazonas. 2. Zona costeira. 3. Aturiá – Macapá. I. Silva, Silvio Tavares da. II. Rocha, Genival Fernandes, orientador. III. Fundação Universidade Federal do Amapá. IV. Título.

551.372 F36e

CDD: 22. ed.

---

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

LUCIANE PEREIRA FERNANDES

SILVIO TAVARES DA SILVA

**EROSÃO NA ORLA DE MACAPÁ:** um estudo de caso na área do Aturiá, no bairro do Araxá, em Macapá-AP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Geografia pela Universidade Federal do Amapá – UNIFAP, como requisito para obtenção do título de Graduação de Licenciado em Geografia.

**Avaliado por:**

---

Prof. Dr. Genival Fernandes Rocha  
Orientador - UNIFAP

---

Prof. Dr. Manoel Osvanil Bezerra Bacellar  
Examinador

---

Prof. Msc. Eduardo Queiroz de Lima  
Examinador

DATA DA APROVAÇÃO: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019



Às nossas famílias, cônjuges e em especial aos nossos pais e todas as famílias residentes na área do Aturiá, que em que em algum momento passaram pela aflição do desabrigo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela proteção e as oportunidades proporcionadas. À família, pela compreensão nos momentos de ausência. Aos colegas de curso, Márcio e Priscila, que, por vezes compartilharam os percalços dessa caminhada. A todos professores do colegiado que se fizeram presentes em cada semestre, em cada etapa, em especial ao Prof. Genival Fernandes, pela paciência e ensinamentos contidos em cada conversa, por acreditar e abraçar esta missão conosco.

Eu, Silvio Tavares, agradeço a minha esposa, por todo apoio e esforço durante toda a graduação e principalmente durante a elaboração desta pesquisa.

Eu, Luciane Fernandes agradeço em especial a Lucidalva Melo e André Fernandes por todo o apoio e compreensão durante essa caminhada.

## RESUMO

A orla do Aturiá, localizada no bairro Araxá, na cidade de Macapá, capital do Estado do Amapá, vem ao longo dos anos sofrendo com o processo de erosão, fato que já ocasionou o recuo da linha da costa (retrogradação) e o desaparecimento de inúmeras residências que antes existiam às margens do rio naquela área. Assim, em função desta realidade, o presente estudo foi direcionado para a área de Aturiá, onde existem inúmeras residências, provenientes de ocupações consideradas irregulares, edificadas às margens do Rio Amazonas, na orla fluvial da cidade e uma avaliação na foz do Rio Amazonas sobre a costa sudeste do Amapá, arquipélago do Bailique e do Marajó -PA, sendo necessário para isso comparar imagens de satélites de diferentes períodos, identificar pontos de retrogradação, mensurá-los e verificar o nível das águas do Rio Amazonas por meio de cotas, a fim de avaliar a possível relação com o processo de avanço acelerado das águas sobre a orla na área do Aturiá. Através de uma pesquisa em que a metodologia foi pautada no método de abordagem indutivo e cujo procedimento de coleta de dados utilizado foi o tipo de pesquisa qualitativa, buscou-se fazer um levantamento de informações acerca do processo de erosão sofrido pela orla da área do Aturiá, onde foram avaliados pontos para o estudo da linha da costa com constatação de recuo da mesma, em pontos críticos em áreas de habitação.

**Palavras-Chaves:** Erosão. Aturiá. Rio Amazonas. Retrogradação.

## ABSTRACT

The shoreline of Aturiá, located in the Araxá district, in the city of Macapá, capital of Amapá State, has been suffering from erosion over the years, a fact that has already led to the retreat of the coastline (retrogradation) and the disappearance of innumerable residences that previously existed on the banks of the river in that area. Thus, due to this reality, the present study was directed to the area of Aturiá, where there are innumerable residences, coming from occupations considered irregular, built on the banks of the Amazon River, on the river bank of the city and an evaluation at the mouth of the Amazon River on the southeast coast of Amapá, Bailique and Marajó-PA archipelago. It is therefore necessary to compare satellite images from different periods, identify retrograde points, measure them and check the level Amazon River waters through quotas in order to assess the possible relationship with the accelerated water advance Aturiá's. Through a research in which the methodology was based on the inductive approach method and whose data collection procedure used was the type of qualitative research, we sought to gather information about the erosion process suffered by the edge of the Aturiá area. , where points were evaluated for the study of the shoreline with confirmation of its retreat at critical points in housing areas.

**Keywords:** Erosion. Aturia. Amazon river. Retrogradation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema da estrutura dos muros de flexão e com contraforte .....	19
Figura 2 - Esquema da estrutura do muro em caixa .....	20
Figura 3 - Exemplo de aplicação de um muro de gabião .....	20
Figura 4 - Esquema da estrutura do muro de terra armada .....	21
Figura 5 - Muro de Terra Armada .....	22
Figura 6 - Marcas da erosão fluvial presentes na orla do Aturiá em Macapá-AP..	26
Figuras 7 e 8– Desgastes no muro de arrimo que se estende até o fim do Complexo do Araxá devido a força das águas do Rio Amazonas (referente ao ponto 1 na marcação do trabalho de campo) .....	44
Figuras 9 e 10 – Barreira formada por rochas e resquícios da rede de metal aplicadas ao longo da orla do Aturiá para conter a ação desgastante do rio Amazonas sobre a costa (referente ao ponto 4 na marcação do trabalho de campo) .....	44
Figuras 11 e 12 – Muro de contenção construído pelo moradores da orla do Aturiá na tentativa de frear o recuo da linha da costa (referente aos pontos 24 (imagem à esquerda) e 25 (imagem à direita) na marcação do trabalho de campo) .....	45
Figura 13 – Ocupação Irregular na orla do Aturiá (referente ao ponto 28 na marcação do trabalho de campo) .....	46
Figura 14 – Casas localizadas às margens do rio Amazonas, na orla do Aturiá, são as mais suscetíveis as forças da dinâmica do rio (referente ao ponto 29 na marcação do trabalho de campo) .....	47
Figura 15 - Área afetada pelo processo de erosão na orla do Aturiá, Macapá-AP	49
Gráfico 1 - Valores dos pontos de recuo da linha da costa sudeste do estado do Amapá entre 2010 e 2018 .....	41
Gráfico 2 - Valores médios mensais das cotas de nível d'água do rio Amazonas em 2008, 2010 e 2018 com base nos dados da estação fluviométrica de Macapá (código 19500000) .....	42

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Localização da orla do Aturiá e Complexo do Araxá em Macapá-AP....	30
Mapa 2 – Localização da área de estudo na Foz do Rio Amazonas.....	35
Mapa 3 - Pontos que indicam a ocorrência do recuo na linha de costa na foz do Rio Amazonas entre os anos de 2008 e 2010.....	37
Mapa 4: Pontos que indicam a ocorrência do recuo na linha de costa na foz do Rio Amazonas entre os anos de 2010 e 2018 .....	39
Mapa 5 - Sobreposição de lotes na área de estudo e pontos marcados no trabalho de campo em 2017.....	43
Mapa 6. Representação da evolução recuo da linha da costa na orla do Aturiá no município de Macapá-AP entre os anos de 2010 e 2018 .....	53

## LISTA DE TABELA

Tabela 1. Recuo em metros da linha da costa da orla do Aturiá entre 2010 e 2018 52

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ANA** – Agência Nacional das Águas

**ALCMS** – Área de Livre Comércio de Macapá e Santana

**BNDES** – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

**CADÚNICO** – Cadastro Único do Governo

**CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IEPA** – Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá

**PMM** – Prefeitura Municipal de Macapá

**SEINF AP** – Secretaria de Estado da Infraestrutura do Amapá

**SIMS** – Secretaria de Inclusão e Mobilização Social

**UNIFAP** – Universidade Federal do Amapá

**USGS** – Serviço Geológico dos Estados Unidos



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 CONCEITOS E DEFINIÇÕES</b> .....	<b>15</b>
2.1 IMPACTO AMBIENTAL E PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....	15
<b>2.1.1 Muros de contenção</b> .....	<b>18</b>
2.2 TIPOS DE EROÇÃO .....	23
<b>2.2.1 Erosão pluvial e fluvial</b> .....	<b>24</b>
2.3. FATORES QUE PROVOCAM PROCESSOS EROSIVOS.....	26
<b>2.3.1 Clima</b> .....	<b>26</b>
<b>2.3.2 Relevô</b> .....	<b>27</b>
<b>2.3.3 Solo</b> .....	<b>27</b>
<b>2.3.4 Cobertura vegetal</b> .....	<b>27</b>
<b>2.3.5 Ação humana</b> .....	<b>28</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>29</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDO .....	29
<b>3.1.1 Localização</b> .....	<b>29</b>
<b>3.1.2 Aspectos geológicos e geomorfológicos</b> .....	<b>30</b>
<b>3.1.3 Uso e ocupação do solo</b> .....	<b>30</b>
3.2 MÉTODO DE ABORDAGEM .....	31
3.3 MÉTODO DE PROCEDIMENTO .....	31
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>35</b>
4.1 RECUO DA LINHA DE COSTA NAS REGIÕES DA FOZ DO RIO AMAZONAS .....	35
4.2 MUROS DE CONTENÇÃO NA ÁREA DO ATURIÁ.....	43
4.3 OCUPAÇÃO DA ÁREA DO ATURIÁ.....	47
4.4. IMPACTOS AMBIENTAIS.....	48
4.5 AREA DO ATURÁ: RECUO DA LINHA DA COSTA.....	52
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>56</b>
<b>APÊNDICE A – QUADRO DE FOTOS REFERENTE AOS PONTOS MARCADOS NO TRABALHO DE CAMPO</b> .....	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a humanidade se estabeleceu nas proximidades dos corpos hídricos, principalmente em virtude da necessidade do uso da água, tanto para o consumo direto quanto para atividades como a agricultura, a pecuária e a indústria. Além disso, os rios são importantes vias de transporte, interligando as comunidades ribeirinhas, localizadas nas várzeas e planícies dos rios, terrenos sujeitos às inundações provocadas pelas cheias. Geralmente, ao ocupar estas áreas, o homem enfrenta sérios problemas com o regime natural dos recursos hídricos (ENOMOTO, 2004).

No Brasil, são cada vez mais perceptíveis os reflexos desse intenso processo de urbanização como: a alta densidade demográfica, a relação desproporcional entre ambientes construídos e ambientes naturais, a impermeabilização do solo, a produção excessiva de resíduos sólidos, o aumento considerável da pobreza urbana, ocupações irregulares do solo, habitações insalubres com ausência de saneamento básico e outros (SANTOS, 2010).

Além das intervenções humanas têm-se o caráter natural dos ambientes costeiros como: geologia, clima, marés, ondas e a dinâmica do ventos. Ou seja, processos naturais causam o desgaste dos materiais terrosos e rochosos da costa que uma vez desagregados ou dissolvidos dali são removidos por agentes erosivos como a água e o vento. Logo ao lado da atuação do homem, esses dois conjuntos de fatores são responsáveis pelos fenômenos geomorfológicos da costa.

Muehe (2005) faz uma crítica quanto a identificação das causas da erosão costeira pois segundo ele *“tem sido frequentemente um exercício de adivinhação devido à falta de informações sobre a tendência de variação do nível do mar, do clima de ondas e da evolução da linha de costa.”*

Quanto ao Amapá, a erosão fluvial na área do Aturiá, em Macapá, merece destaque. Nesse sentido, Avelar e Santos (2017) apontam que a retirada da vegetação nativa, aterramento da planície de inundação para impedir as inundações constantes do Rio Amazonas e construção de residências provocaram grandes desequilíbrios no local.

Até em meados da década de 1990, a área conhecida como a área do Aturiá foi utilizada para fins de lazer. Nesse período, o que se tinha era uma paisagem marcada por bares e restaurantes, onde geralmente havia residências ao fundo, e

com o passar dos anos, a área foi perdendo esta função pelos habitantes da cidade, foi então que o número de habitações aumentou progressivamente, transformando a antiga paisagem.

A fim de evitar as inundações constantes do Rio Amazonas em sua planície de inundação e expandir a área ocupada na margem do rio, o aterramento dessa área em direção ao rio foi responsável pela transformação do relevo da área do Aturiá e alterou a dinâmica natural daquele ambiente.

A erosão fluvial na área do Aturiá pode ser considerada uma resposta às transformações no relevo da área. Além da retirada da cobertura vegetal local e do aterramento da planície de inundação, pode ser apontada a construção do Muro de Arrimo na Orla do Complexo do Araxá, que contribuiu muito para a erosão fluvial na área e quebra no equilíbrio daquele ambiente.

Diante disso, Avelar e Santos (2017) apontam os seguintes problemas ali encontrados:

- Desequilíbrio no balanço sedimentar (excesso de sedimentação) e transformação do relevo provocados pelo aterramento da planície de inundação;
- Impacto intenso das ondas do rio com a margem, originado pela retirada da cobertura vegetal, cuja função seria dissipar a energia das ondas;
- Erosão fluvial do tipo acelerada com intensa competência de remover sedimentos, responsável pela subtração de extensas parcelas da área do Balneário do Aturiá, destruindo casas e desabrigando inúmeras famílias.
- Sendo assim, este trabalho propõe-se a discutir sobre o impacto dessa erosão fluvial sobre a linha de costa da área.

Este instrumento de pesquisa aborda, outrossim, a problemática do processo do avanço das águas do Rio Amazonas na orla do Aturiá, suas possíveis causas e consequências: Como a erosão vem afetando a costa da área do Aturiá ao longo dos últimos anos?.

As consequências do tema abordado, bem como a evolução de outros processos subsequentes ao avanço das águas no recorte multitemporal estudado, levantaram duas hipóteses:

- a) Eventos na foz Rio Amazonas ocorrido concomitantemente no mesmo período de maior influência no avanço das águas sob a orla do Aturiá.

- b) A aceleração do processo de avanço das águas tendo como consequência processos erosivos acentuados em função da expansão das moradias sob as cotas de níveis do local.

Assim, o trabalho traz como objetivo geral, verificar transformações causadas por erosão fluvial na linha de costa da área do Aturiá em Macapá-AP, analisar e quantificar os impactos gerados pelo avanço das águas, no meio natural, bem como as ações transformadoras do homem como parte do processo.

Os objetivos específicos, realizar análise multitemporal de mudanças na linha costeira por meio de imagens de satélites. Mensurar o recuo da costa em pontos ao longo da área de estudo por meio de geoprocessamento; quantificar, medir e georeferenciar os elementos presentes, tanto no contexto sócio-espacial, tais como: área de ocupação, prejuízo ambiental e econômico, questões sociais de moradia, especificamente na orla do Aturiá, quanto na tratativa da dinâmica do rio pelo avanço das águas desde a sua foz.

## 2 CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Neste capítulo serão abordadas questões sobre conceitos e definições do que vem a ser impacto ambiental e erosão, pois, tornam-se necessários para entender o tema que será abordado neste estudo. As orlas brasileiras vêm sofrendo impactos ambientais em decorrência do processo de erosão, em grande parte resultante de conflitos entre ações naturais e atividades antrópicas.

Deve-se ressaltar que, as áreas das orlas vêm, ao longo dos anos, sendo ocupadas de forma rápida e desordenada, tornando constante a ocorrência de problemas ambientais, com elevadas consequências socioeconômicas. Normalmente a erosão em orlas torna-se um problema quando ocorre em áreas de forte interesse socioeconômico, estando neste caso ligado ora aos espaços habitacionais, turísticos ora à exploração de recursos naturais do ponto de vista econômico e social. (UACANE, 2014)

### 2.1 IMPACTO AMBIENTAL E PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Impacto ambiental é uma alteração no meio ambiente que, na maioria das vezes, tem por consequência a ação do homem em um determinado espaço geográfico, e pode ser classificado como positivo ou negativo. Positivo quando desenvolve melhorias para o meio ambiente e negativo quando essa alteração causa algum risco tanto para o ser humano quanto para o meio ambiente onde ele está inserido. De fato, apesar de haver essas duas definições, o termo impacto ambiental é utilizado com frequência quando se refere aos aspectos negativos das atividades humanas sobre a natureza. Isso é decorrente do processo de desenvolvimento da sociedade contemporânea, que é baseado na exploração intensa dos recursos naturais disponíveis na natureza, que são vistos como fontes inesgotáveis de matéria-prima e de energia para a produção dos mais diversos bens de consumo. (LIRA E CÂNDIDO, 2013)

Dentre os principais impactos ambientais que se tornam negativos e prejudiciais para a natureza causados pelo desenvolvimento das atividades humanas, Lira e Cândido (2013) destacam cinco itens. O primeiro refere-se à diminuição da flora e fauna, que com o avanço tecnológico e o desenvolvimento das atividades humanas,

principalmente após a Revolução Industrial, tornou-se cada vez mais comum, a substituição da vegetação nativa por construções feitas pelo homem, como por exemplos prédios, casas, indústria e etc., reduzindo, assim, o habitat de muitas espécies de animais e plantas.

O segundo seria a contaminação do ar e água, visto que as atividades humanas geram muitos prejuízos em decorrência de resíduos, que se acumulam na natureza e causam a poluição e contaminação do ar, da água, do solo, da fauna e da flora e até mesmo do próprio homem. (LIRA E CÂNDIDO, 2013). O terceiro, por sua vez, seria o esgotamento dos mananciais, pois a maioria das atividades que são feitas pelo homem necessitam de uma grande quantidade de água, o que ocasiona a exploração intensiva dos cursos d'água para abastecer as cidades. Apesar de a água ser um recurso abundante no planeta Terra, e teoricamente inesgotável, a crescente demanda aliada à má utilização dos recursos hídricos já tem causado escassez de água ou crises de água (falta periódica de água) em locais que não sofriam com esse problema, como o Brasil, que, apesar de ter uma grande quantidade de canais fluviais, periodicamente tem tido problemas em relação à disponibilidade de água em seus mananciais. (LIRA E CÂNDIDO, 2013)

O quarto item refere-se às alterações climáticas, em decorrência do desenvolvimento da sociedade capitalista que tem causado grandes alterações no clima mundial. Acredita-se que ele tenha contribuído para a intensificação do efeito estufa e aquecimento global do mundo, uma vez que os gases emitidos pelas indústrias e automóveis contribuem para a conservação do calor na atmosfera, aumentando assim, o efeito estufa, e, conseqüentemente, a temperatura no planeta Terra. (LIRA E CÂNDIDO, 2013)

O quinto e último item concerne a destruição da camada de ozônio: Os gases lançados na atmosfera, principalmente os CFCs, contribuem para a destruição da camada de ozônio, já que, como o gás ozônio é muito instável, a acumulação dos gases na atmosfera favorece a degradação de suas moléculas, que se ligam às moléculas dos gases poluidores, formando outras substâncias. (LIRA E CÂNDIDO, 2013).

Nos dias de hoje, em decorrência do comprometimento com a vida no planeta, cresceu o debate, a nível nacional e internacional, sobre as questões que tratam do meio ambiente. É cada vez mais comum o estudo sobre os impactos ambientais para que haja conscientização da população em geral e dos estados sobre a necessidade

de preservar o meio ambiente, e, que promova o desenvolvimento econômico sem comprometer o meio ambiente e a oferta de recursos naturais para o futuro.

Com isso, diversas medidas têm sido tomadas para reverter o quadro de degradação ambiental existente no mundo atual, aumentando assim, a quantidade de impactos ambientais positivos. Essas medidas esbarram em interesses econômicos, principalmente de países desenvolvidos, que acreditam que esse desenvolvimento sustentável é inviável, pois essas medidas teriam um alto custo e limitariam a extração dos recursos naturais e de fontes de energia, diminuindo, assim, a produtividade e o desenvolvimento de suas economias. Ressaltando o exposto acima, de acordo com o Artigo 1º da RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986:

Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

Portanto, a definição de Impacto Ambiental está associada à alteração ou efeito ambiental considerado significativo por meio da avaliação do projeto de um determinado empreendimento, podendo ser negativo ou positivo.

Caso o ambiente não se recupere sozinho, diz-se que o mesmo está degradado e necessita da intervenção humana. Se o ambiente mantém sua capacidade de regeneração ou depuração (resiliência), diz-se que está perturbado e a intervenção humana apenas acelera o processo de recuperação (CORRÊA, 2005). Ainda segundo o mesmo autor, baseado em conceituações da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos em 1974, foram definidos três termos que expressam processos, dificuldades e objetivos a serem atingidos ao se recuperar uma área degradada:

a) Restauração: reposição das exatas condições ecológicas da área degradada.

A restauração de um ecossistema é extremamente difícil e onerosa, só justificável para ambientes raros.

b) Reabilitação: resgate da função produtiva da terra, não do ecossistema, por meio da revegetação. Portanto, retorno de uma área a um estado biológico apropriada.

c) Recuperação: estabilização de uma área degradada sem o estreito compromisso ecológico, mas, sobretudo, o ambiental. É um processo genérico que abrange todos os aspectos de qualquer projeto que vise a obtenção de uma nova utilização para um sítio degradado. Os processos de regeneração natural, sempre que possível, devem ser preferidos à intervenção direta, pois os custos serão reduzidos, evita-se a interferência direta sobre ciclos naturais e anulam-se riscos de impactos à execução de um Plano de Recuperação de Área Degradada (CORRÊA, 2005).

Os processos para a recuperação de áreas degradadas por erosão são inúmeros, porém, a eficiência dos mesmos ainda é questionável. Muitas vezes estes envolvem altos custos de implantação e na maioria das vezes não alcançam os resultados propostos, isso decorre da falta de estudos quanto à eficiência das medidas de recuperação.

### **2.1.1 Muros de contenção**

Para se recuperar áreas degradadas decorrentes do processo de erosão, podem ser empregadas várias técnicas. Com base na pesquisa bibliográfica e nas observações feitas no local, para a área estudada (orla do Aturiá, no bairro Araxá), a técnica mais utilizada são os muros de contenção, que de acordo com a pesquisa de campo, percebeu-se que já existem pelo menos dois pontos com construções em andamento.

Constatou-se a construção de muros de contenção que são estruturas posicionadas na base de barrancos ou encostas que ajudam na estabilização da área que está sendo degradada pelo processo de erosão.

Existem vários tipos de estruturas que podem ser utilizadas, sendo que sua aplicação ou modelo depende de diversos fatores como por exemplo: as restrições do local, disponibilidade de materiais, aparência do muro, facilidade de construção, oportunidade de incorporar vegetação à estrutura e custos (GRAY e LEISER, 1982).

Segundo Gray e Leiser (1982) e Gray e Sotir (1995), essas estruturas podem ser classificadas em duas categorias: a de gravidade e a de não gravidade. As categorias de gravidade são sub-classificadas em: muros de gravidade coerente, estruturas de reforço, muros de blocos articulados e revestimentos. São estruturas que resistem as forças laterais pelo seu peso, os muros são construídos na sua grande

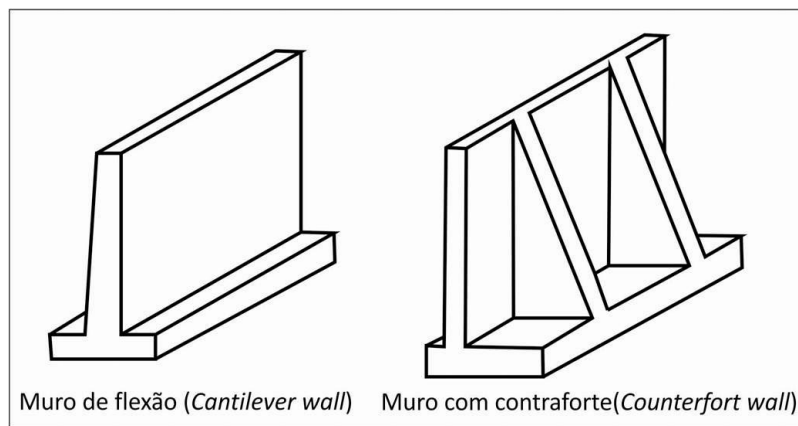


maioria de concreto armado, que pode ser planejado, projetado, de aço, com massas coerentes.

Cabe neste estudo fazer uma breve análise dos principais tipos de muros de contenção que podem ser utilizados para combater o avanço do processo erosivo. Portanto de acordo com Gray e Leiser (1982) e Gray e Sotir (1995), tem-se:

“Muro de flexão e Muro com contraforte - são estruturas construídas com concreto armado, que podem ser bastante altas, mas com economia de material em relação aos muros convencionais de alvenaria e concreto. O muro de flexão pode apresentar altura de até 9 metros, e o com contraforte, 8 metros. O primeiro é reforçado na direção vertical para resistir a momentos de flexão (sendo este máximo na base do muro), e na direção vertical para prevenir rachaduras. Os contrafortes atrás do segundo tipo também são reforçados para resistir a tensões. Ambos são relativamente caros e requerem cuidados na construção. GRAY e LEISER, 1982, p, 29.)

Figura 1 - Esquema da estrutura dos muros de flexão e com contraforte

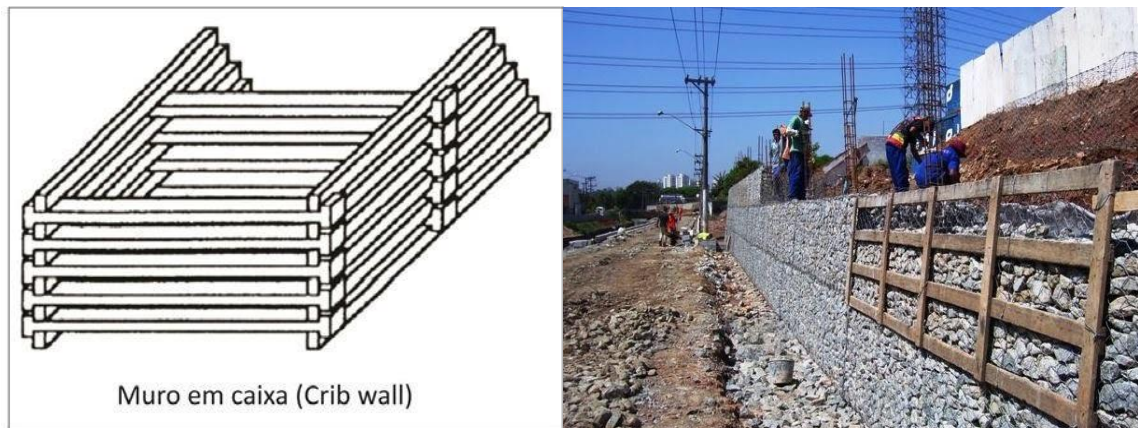


Fonte: Gray e Leiser (1982)

Este tipo de estrutura é muito comum na região estudada. Se for necessário, vigas de enrijecimento podem ser empregadas, no caso de maiores alturas. Também podem ser ancorados na base com tirantes ou chumbadores.

Muros em caixa: consistem em cavidades, como caixas, formadas por estacas de madeira arranjadas e reforçadas com feixes de concreto ou de aço, preenchidas com solo ou rocha. Uma variação desse tipo compreende o muro de caixa que consiste em caixas de aço parafusadas em unidades modulares e dispostas para formar um muro. (GRAY e LEISER, 1982, p.40)

Figura 2 - Esquema da estrutura do muro em caixa



Fonte: Gray e Leiser (1982)

Essa estrutura pode ser vertical ou inclinada, com o objetivo de aumentar a estabilidade do muro. Se o responsável da obra quiser, ele pode deixar aberturas entre as cavidades que permitam o estabelecimento de vegetação local, dando um aspecto melhor para o muro, que possui um custo relativamente baixo. Gray e Leiser (1982) conceituam o muro gabião como:

Muro de gabião: os gabiões são cestos metálicos feitos com telas de arame grosso. As cestas são preenchidas com pedras ou rochas e empilhadas uma sobre as outras, na forma de um muro de gravidade. O gabião é dependente da resistência ao cisalhamento das rochas que o preenchem, e que lhe conferem estabilidade interna. Já a estabilidade externa, a forças laterais, é conferida pelo seu peso. Dada a porosidade do gabião, esta estrutura pode ser vegetada, sendo bastante flexível, fácil de lidar e barata. Muro de Terra Armada: consiste em uma matriz granular reforçada com camadas de tiras metálicas, que estão ligadas aos elementos estruturais de cobertura, que painéis finos de concreto pré-fabricados, que são empilhados um em cima do outro. (GRAY e LEISER, 1982, p.51)

Figura 3 - Exemplo de aplicação de um muro de gabião.

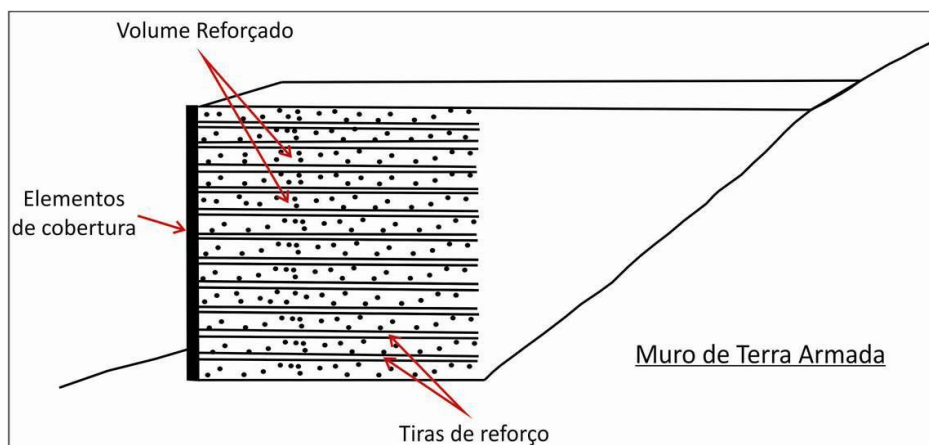


Fonte: Silva (2012)

Este tipo de muro é pouco usado na região, pois seu custo é elevado, mas, sua estrutura como todas as outras são fortes para conter o processo erosivo, cabe aqui salientar que a escolha do material que será utilizado para a construção dos muros de contenção depende primordialmente do custo que ele vai gerar. Segundo Gray e Sortir (1985) o:

Muro de Terra Armada: consiste em uma matriz granular reforçada com camadas de tiras metálicas. A tensão de cisalhamento que se desenvolve em um aterro reforçado é transferida por atrito de superfície para resistência à tração nas tiras de metal. As tiras estão ligadas aos elementos de cobertura, que são painéis finos de concreto pré-fabricados empilhados um sobre os outros. Pequenas tensões laterais atuam nos elementos de cobertura da frente da estrutura, sendo que a maior parte da tensão do solo é retomada em resistência à tração ao longo das tiras de reforço. O volume reforçado pode ser considerado e analisado como uma estrutura de gravidade. (GRAY e SOTIR, 1985, p.55.)

Figura 4 - Esquema da estrutura do muro de terra armada



Fonte: Gray e Sotir (1985)

Estes tipos de muros são de custo relativamente baixo, são fáceis de serem erguidos e podem ser adaptados ao tratamento da vegetação existente da região estudada. É uma boa opção em relação aos custos e benefícios.

Muro de alvenaria de pedra e Muro de blocos articulados: ambos podem ser considerados como estruturas que resistem a forças laterais, principalmente pelo seu peso. Deve haver atrito suficiente ou articulação entre as unidades (rochas ou blocos) para resistir à ruptura por cisalhamento. Esses muros devem ser erguidos em uma base firme e são dispostos contra a encosta com pequenas quantidades de material atrás deles. Eles são usualmente construídos com inclinação suficiente para aumentar a estabilidade e diminuir os esforços laterais. (GRAY e SOTIR, 1985 p. 60)

Figura 5 - Muro de Terra Armada



Fonte: Terra Armada.com (2019)

Estes tipos de muro também não são comuns na área da região pois, exigem um custo e tempo maiores para serem construídos; sua fundação é muito forte, por isso, precisam ser feitos em partes para resistirem a qualquer tipo de processo de erosão.

Ao se estudar os tipos de muros de contenção, percebeu-se que existem critérios de desenvolvimento dos mesmos, que podem ser descritos em projetos padrões, que são desenvolvidos para cada tipo de muro de contenção, com base nos princípios de mecânica dos solos e experiências anteriores.

A eficiência dessas estruturas vai depender das questões de estabilidade externa e interna, porque não basta construí-los, faz-se necessário um estudo aprofundado da região para saber qual a melhor técnica que deve ser empregada para conter a erosão. Portanto, no que diz respeito ao componente externo, são necessários cálculos para determinar a estabilidade do muro contra o deslizamento da base, tombamento, capacidade de carga e ruptura da encosta.

E em relação à estabilidade interna, os muros de contenção devem ser capazes de resistir a tensões a que eles são submetidos, sendo que sua capacidade e durabilidade varia de acordo com o tipo de estrutura empregada. O desejável é que esses muros constituam estruturas que durem muitos anos sem precisar de

manutenção, mas sabe-se que é um processo difícil de ser feito, pois é necessária a proteção dos componentes estruturais contra a ação do homem, de raízes, e da corrosão.

## 2.2 TIPOS DE EROSÃO

De acordo com Magalhães (2001), a erosão é um processo mecânico que age em superfície e profundidade, em certos tipos de solo e sob determinadas condições físicas, naturalmente relevantes, tornando-se críticas pela ação catalisadora do homem. Traduz-se na desagregação, transporte e deposição de partículas do solo, subsolo e rocha em decomposição pelas águas, ventos ou geleiras. A seguir abordasse-a os mais relevantes tipos de erosão, dando ênfase ao estudo da erosão fluvial e pluvial.

De acordo com Magalhães (2001), a erosão geológica ou normal ocorre na superfície terrestre sob condições naturais. A erosão acelerada, por sua vez, é decorrente do aumento da taxa de erosão sobre a erosão geológica ou normal, resultado do desequilíbrio ambiental devido às atividades humanas. Erosão bruta é a quantidade total de material desprendido e removido pela ação dos agentes erosivos, numa determinada área num dado tempo. Taxa de erosão é a razão na qual o solo é removido a partir de uma dada área, expressa em unidades de volume ou peso do material erodido por unidade de área e por unidade de tempo. Sedimento é o produto da erosão, que foi transportado e depositado. Essa produção é a quantidade total de sedimentos que sai de uma dada bacia ou área de drenagem num dado período de tempo, sendo medida em seção transversal de referência.

Ainda segundo o mesmo autor, a erosão é classificada de acordo com o seu agente atuante, podendo ser o vento, água ou geleira. Quanto às formas de desgastar o solo tem-se a superficial e a subterrânea.

De acordo com Silva (2005), os agentes erosivos ou intempéricos podem também ser considerados como um fato utilizado para a classificação dos diferentes tipos de erosão. Dessa forma, tal autor faz a classificação de quatro tipos de erosão, sendo elas

- a) Erosão Marinha: causada pelo desgaste de rochas e solos litorâneos pela água do mar, contribuindo para a formação de praias e de paisagens costeiras, tais como as falésias.

- b) Erosão Eólica: é causada pela ação dos ventos, que provoca o intemperismo das rochas e também atua no transporte de sedimentos para zonas mais distantes dos pontos de erosão. Costuma ser um processo mais lento do que os demais que envolvem a ação da água.
- c) Erosão Glacial: ocorre com o congelamento dos solos e a consequente movimentação em blocos. Também atua no congelamento da água que se dilata e provoca alterações na composição e disposição das rochas e dos solos.
- d) Erosão Gravitacional: esse tipo de erosão costuma ocorrer em localidades muito inclinadas, como em cadeias montanhosas. Consiste na ruptura e transporte de sedimentos proporcionados pela ação da gravidade, com a deposição gradual de partículas de rochas das localidades mais altas para os pontos de menor altitude. (SILVA, 2005).

### **2.2.1 Erosão pluvial e fluvial**

Os estudos sobre erosão em orlas são relativamente recentes, ganhando mais ênfase a partir da década de 1990, quando os olhares do mundo se voltaram para a importância da preservação do meio ambiente. São inúmeras as causas da erosão em orlas no Brasil. Elas são atribuídas a diversos de fatores naturais e a diversas intervenções feitas pelo homem. (SOUZA, 2009)

Esse processo ocorre naturalmente na superfície terrestre ao longo do tempo geológico, sendo responsável pela esculharação do relevo da terra. Entretanto, alguns terrenos possuem uma configuração da paisagem com maior ou menor suscetibilidade erosiva. Essas suscetibilidades podem ser potencializadas pela maneira como o homem utiliza estes terrenos. (SALOMÃO, 1989).

A erosão pluvial, como o próprio nome indica, é causada pela água das chuvas. Em menor intensidade, ela provoca apenas a lavagem dos solos, mas, em grandes proporções, provoca alterações mais intensas, com erosões mais profundas. Quando os solos estão “limpos”, ou seja, sem vegetação (sobretudo em áreas inclinadas), os efeitos da erosão pluvial são mais graves (SILVA, 2005).

A erosão fluvial que é causada pelas águas dos rios, provoca desgaste nas suas encostas e removem porções do solo das suas margens, causando



desmoronamento de barrancos. Por isso, o curso do rio pode mudar de forma que venha a trazer prejuízos para o meio ambiente. Assim, na fase inicial da erosão, devido à grande declividade do terreno, pode acontecer com mais intensidade. Na fase mais avançada, acontece transporte de sedimentos; já na fase final ocorre o processo de acumulação de tais sedimentos. (SILVA, 2005).

Um canal fluvial mantém estabilidade entre processos de erosão, transporte e deposição em seu perfil longitudinal na ausência de transformações decorrentes de fatores externos e antrópicos Araújo (ARAÚJO, 2018). Os detritos formados a partir de processos intempéricos em rochas são transportados pelos rios por meio de suspensão, rolamento ou arrastamento e saltação, havendo assim, três tipos de cargas: as em suspensão, as do leito do rio e as dissolvidas. (PENTEADO, 1983),

A erosão é um processo natural presente em toda extensão de um canal fluvial, porém é mais tênue em sua zona de aporte, podendo ocorrer de forma mais rápida em decorrência de ações humanas (ARAÚJO, 2018). Christofolletti (1980) diz que a erosão fluvial consiste em um processo de retirada de detrito das margens e do fundo do leito que somam-se a carga sedimentar do rio.

A erosão fluvial se dá por processos de corrosão, corrasão, evorsão e cavitação. A corrosão é a deterioração lenta de rochas situadas no fundo do leito pela água, caracterizando-se em um processo químico. (SUGUIO E BIGARELLA, 1990; PENTEADO, 1983; CHRISTOFOLETTI, 1980)

A corrasão origina-se do atrito pela água que carrega materiais sólidos, caracterizando-se por um movimento de fricção, pois há o polimento da rocha. Há uma subclasse desse processo denominada eversão, que consiste no turbilhonar de águas sobre o leito culminando em depressões como marmitas e caldeirões. Por fim, a cavitação é a denominação dada para a fragmentação das rochas em decorrência da alta velocidade e aumento de pressão da água. (SUGUIO E BIGARELLA, 1990; PENTEADO, 1983; CHRISTOFOLETTI, 1980)

No ambiente urbano, a erosão pode ser desastrosa: deslizamentos de terra nas encostas dos morros resultam em milhares de vítimas e desabrigados, provocam o assoreamento dos rios e, além de gerar prejuízos, transmitem doenças contagiosas. Para atenuar esses problemas, o reflorestamento, pelo menos de áreas críticas e de preservação permanente, se faz urgente.

Figura 6 - Marcas da erosão fluvial presentes na orla do Aturiá em Macapá-AP



Fonte: Pesquisa de campo, 2017.

## 2.3 FATORES QUE PROVOCAM OS PROCESSOS EROSIVOS

Neste tópico serão tratados os principais fatores que provocam processo erosivo, que de acordo com pesquisas feitas são: o clima, o relevo, os solos, a cobertura vegetal e a ação humana, que são sempre apontados como os fatores cruciais. Sendo assim, os solos, o clima e o relevo determinam taxas naturais de erosão que podem ser modificadas pela ação do homem, sendo intensificada ou não.

### 2.3.1 Clima

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1999), a chuva é um dos fatores climáticos de maior importância que ocasionam a erosão dos solos, pois tem uma capacidade enorme de provocar erosão e é dita como erosividade, que varia de acordo com a intensidade, duração e frequência. O fator pluviométrico mais importante na erosão é a intensidade, pois quanto maior a intensidade, maior é o processo erosivo. Sendo que as chuvas torrenciais, como trombas d'água, constituem a forma mais agressiva de impacto da água no solo, durante esse período a erosão se torna mais acelerada.



### **2.3.2 Relevo**

De acordo com Salomão e Rocha (1989), o relevo também é um fator natural determinante para medir as velocidades dos processos erosivos. As maiores velocidades de erosão ocorrem em relevos acidentados, como em morros, quando são comparados com relevos suaves, como colinas, pois o declínio aumenta a velocidade de escoamento das águas, em consequência a sua capacidade erosiva.

### **2.3.3 Solo**

Sabe-se que o solo é intensamente afetado pelo processo de urbanização. Ele tende a ter alterações drásticas na sua composição, sua característica, física, morfológica, química e física é afetada pela ação do homem. Sendo assim, tem-se como exemplo as bacias urbanas, que durante o processo urbanização há alteração no uso do solo, principalmente em áreas de campos, rios e florestas. A alteração de uso do solo para esse tipo de construção é definitiva, ou seja, uma vez feita não tem de voltar como era antes, o solo e até o subsolo, ficam sujeitos ao processo erosivo.

Cavaguti e Silva (1993) citam como iniciadores dos processos erosivos: o aumento e concentração do escoamento pela impermeabilização, ausência de sistema de drenagem, traçado inadequado das ruas e estradas, desmatamento e falta de infraestrutura em núcleos habitacionais. Dentro desse contexto, o controle da erosão urbana é fundamental tanto na manutenção da capacidade de escoamento do sistema de drenagem como na qualidade ambiental.

### **2.3.4 Cobertura vegetal**

A cobertura vegetal funciona como uma defesa natural para os vários tipos de solos existentes. Sua existência normalmente determina condições que favorecem a infiltração e a evapotranspiração, reduzindo assim o volume de água escoada superficialmente e, conseqüentemente, a ação erosiva da água. Nishyama (1995) destaca que com a remoção da vegetação nativa, a substituição por outro tipo de cobertura não apresentará a mesma eficiência na prevenção dos processos erosivos, podendo ainda, favorecer o desenvolvimento do mesmo.

### 2.3.5 Ação humana

O relevo também sofre modificação induzida pela ação humana: obras de terraplanagem, causando aparecimento de formas e inclinações no terreno, favoráveis ao desenvolvimento de processos erosivos. Com relação às obras de engenharia em geral, o principal fator que pode induzir o desenvolvimento de processos erosivos é a deficiência ou mesmo a ausência de planejamento das ações urbanas. Segundo Salomão e Rocha (1989) as principais causas do surgimento e evolução da erosão urbana são:

"O traçado inadequado dos sistemas viário, que são em alguns casos agravados pela ausência de pavimentação, guias e sarjetas";  
"A precariedade do sistema de drenagem de águas pluviais";  
"Expansão urbana rápida e descontrolada, dando origem, na maioria das vezes, à implantação de loteamentos e conjuntos habitacionais em locais inadequados, levando-se em consideração a geotécnica da cidade".  
(Salomão e Rocha, 1989, 32)

O principal fator desencadeador dos processos erosivos é sem dúvida alguma a ação humana. Vale ressaltar que esse desencadeamento acontece não só em áreas urbanas, mas também em áreas rurais, pois o uso e ocupação inadequada do solo são constantes, causando desequilíbrios nos processos naturais (SILVA, 2009).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 ÁREA DE ESTUDO**

##### **3.1.1 Localização**

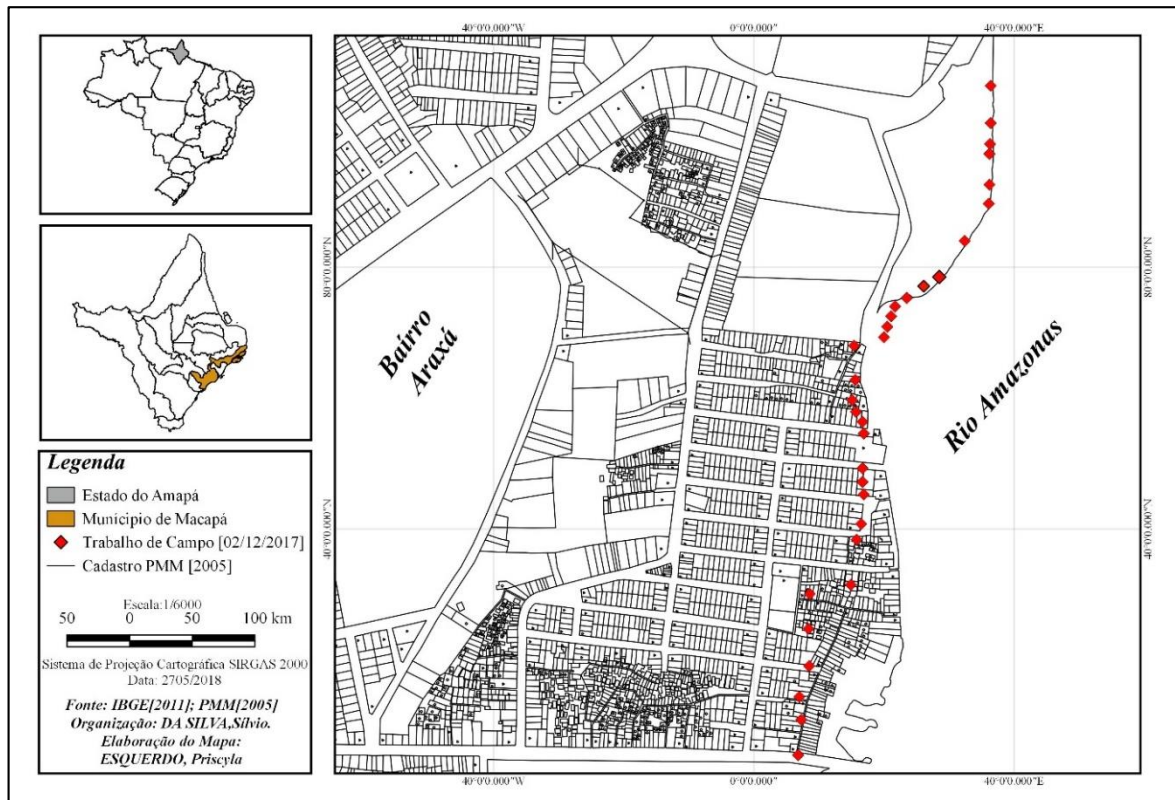
O bairro do Araxá está localizado na cidade brasileira de Macapá, Capital do Estado do Amapá, na região norte do Brasil. Criado em meados da década de 1990, impulsionado pelo crescimento demográfico, abriga hoje 8.713 habitantes, possuía 1.794 domicílios particulares permanentes, que estavam distribuídos em uma área total de 1,7 km<sup>2</sup>, segundo o último senso IBGE-2010. A área de estudo da orla do Aturiá está situada a leste do mesmo bairro, sendo delimitada ao norte pela rua do Araxá, ao sul pela avenida Equatorial e a oeste às margens do rio Amazonas, estendendo-se por aproximadamente 1,06 km de extensão do percurso.

A orla do Aturiá estende-se desde o complexo do Araxá até a avenida Equatorial, possui uma faixa terrestre de 50 metros e fluvial de 200 metros, a partir da linha de maré e se enquadra em uma área de transição dentro de toda orla urbana fluvial de Macapá, que está dividida, além da categoria já mencionada, em duas outras áreas, a urbanizada e não urbanizada. Seu acesso se dá de forma terrestre indireta pelas ruas do Araxá e avenida Equatorial e de forma fluvial de acordo com o regime de marés. (PMM, 2004)

A expansão do bairro se deu de forma desordenada, com construções sem planejamento e estruturas inadequadas. Neste sentido, Mota (2005, p. 815) afirma que: O rápido crescimento populacional, a falta de ações políticas democráticas para tratar com essa questão e a infraestrutura insuficiente nos centros urbanos fez das cidades um espaço caracterizado por problemas sociais, econômicos e ambientais graves.

Segundo Santos (2010), nos primórdios da década de 80, inicia-se a execução de projetos urbanísticos objetivando o saneamento e a melhoria estética na frontal sul a Fortaleza de São José de Macapá, onde no conjunto de localidades encontrava-se o Araxá, que o mesmo autor descreve como “espaços desordenados, insalubre e seus habitantes eram na maioria ribeirinhos, que sobreviviam do comércio de pescado e da caça” (p.56).

Mapa 1 – Localização da orla do Aturiá e Complexo do Araxá em Macapá-AP.



Fonte: IBGE (2011) e PMM (2005). Elaboração: Priscyla Esquerdo. Organização: os autores.

### 3.1.2 Aspectos geológicos e geomorfológicos

Segundo Torres e El Robrini (2000), a porção costeira estuarina do estado caracteriza-se por relevos plano, baixo, instável e retilíneo, sua geologia é composta por depósitos terciários e quaternários formados por sedimentos.

### 3.1.3 Uso e ocupação do solo

Segundo o plano de gestão da orla fluvial do Amapá da Prefeitura Municipal da Macapá (2004), o uso do solo na região estudada está dividido entre moradias irregulares (palafitas interligadas por estivas), áreas comerciais, voltadas principalmente para o lazer, como bares e restaurantes, atividades de artesanato que consistem em confecção de móveis de vime e esculturas de madeira e à área de balneário.

### 3.2 MÉTODO DE ABORDAGEM

Para esta pesquisa, optou-se por realizar como metodologia, o método de abordagem dedutivo, o procedimento de coleta de dados é o estudo de caso e o tipo de pesquisa é a quali-quantitativa, que consistirá no levantamento de informações e estudo a respeito da erosão na orla da área do Aturiá.

O método indutivo parte-se da observação de fatos ou fenômenos cujas causas se deseja conhecer. Procura-se compará-lo com a finalidade de descobrir as relações existentes entre eles. Procede-se à generalização, com base na relação verificada entre os fatos ou fenômenos. Portanto, é um método responsável pela generalização, isto é, partir de algo particular para uma questão mais ampla, mais geral. Para Lakatos e Marconi (2007):

Indução é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. Portanto, o objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam. (Lakatos e Marconi, 2007, p. 86)

O estudo de caso trata-se de uma abordagem metodológica de investigação especialmente adequada quando se procura compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão simultaneamente envolvidos diversos fatores.

### 3.3 MÉTODO DE PROCEDIMENTO

Nesta etapa serão tratados os procedimentos adotados para alcançar os objetivos propostos por este trabalho. Para que se realizasse essa pesquisa, utilizou-se o delineamento estudo de caso, valendo-se de documentação por meio de pesquisa bibliográfica retiradas: de livros digitais, artigos científicos, matérias veiculadas, documentários e pesquisa na área estudada, de natureza quali-quantitativa.

A coleta dos dados foi realizada através da observação sistemática e contato direto entre os pesquisadores e o objeto de estudo em campo. Marconi (2008, p. 69) definiu a pesquisa de campo como “observação de fatos e fenômenos tais como

ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presume relevante para analisá-los”.

Em campo, as observações na área de estudo foram realizadas durante 15 dias, respeitando a tabua de mares para que o percurso pudesse ser feito às margens do rio, pela área, de frente com o bairro. Para a captura das imagens foi utilizado um *smartphone* com câmera de 16 *megapixels*, e para o georeferenciamento um GSP marca *Garmin* modelo GPSMAP 78, além do programa QGIS 2.18.13 para confecção posterior dos mapas.

Percorreu-se aproximadamente 1,06 km na orla, tendo início no complexo turístico do Araxá, no ponto 01 (Figura 1), onde iniciou-se a demarcação dos pontos com GPS até o ponto 32, último ponto, nas proximidades ao final Avenida Equatorial.

Além da demarcação dos pontos com GPS, foram feitos registros fotográficos de todo o percurso, objetivando o registro dos impactos provocados no relevo em função erosão, observando suas causas e consequências, fomentadas tanto pela ação antrópica quanto pela ação da natureza.

A demarcação dos pontos, bem como registro das imagens, proporcionará além da análise, a elaboração tabelas com imagens e de cada ponto marcado, mapas temáticos, mapas comparativos em função do recorte histórico entre os anos de 2010 a 2018, através de imagens digitais áreas de satélite *LandSat 5*, *LandSat 8* e *Google Earth*, mostrando as mudanças ocorridas na área de estudo, bem como recorte específico da área de estudo.

Além do estudo dá área, e, em função da obra do muro de arrimo no local, bem com a retirada das famílias por conta do processo erosivo, buscou-se outras informações nos órgãos envolvidos direta e indiretamente.

Sobre a obra, foram coletadas na SEINF, por meio de entrevista com o fiscal da obra, informações referente a ao cronograma da mesma.

Sobre as famílias, fora enviado um questionário para SIMS, que trata a questão social das famílias que foram afetadas com o processo erosivo na área do Aturiá.

A área de estudo secundária abrange a região da foz do Rio Amazonas, mais especificamente a costa sudeste do Amapá até o Arquipélago do Bailique e o arquipélago do Marajó no estado do Pará.

A análise de mudanças morfológicas na área de estudo se dará de forma indireta por meio do sensoriamento remoto, que para Meneses et al., (2012) é uma das tecnologias de coleta automática de informações para levantar e monitorar os

recursos terrestres de maior êxito. Os elementos da base de dados utilizadas no presente estudo foram imagens digitais multiespectrais do satélite *Landsat*, que foram processadas e analisadas no software QGIS versão 3.4.

O processo para se adquirir dados através do sensoriamento remoto é composto pela fase de aquisição de informações e a fase do uso e análise desses (FARIAS, 2008). Seguindo essa linha, foram selecionadas imagens com resolução espacial de 30 m correspondentes ao ano de 2008 (*Landsat 7*), 2010 (*Landsat 7*) e de 2018 (*Landsat 8*), georeferenciados no *Datum* SIRGAS 2000, fuso 22N e sistema de coordenadas UTM, que foram comparadas no intuito de verificar a variação da linha de costa. Para isso foram feitas composições de imagens coloridas RGB que proporcionaram uma boa visualização da costa, assim foram eleitas as bandas 5,4,3 para as imagens do satélite *Landsat 7* e bandas 6,5,4 para imagens do satélite *Landsat 8*, formando assim composições de cores naturais simuladas.

O outro passo a ser realizado foi formação de mosaicos com as composições coloridas, e, por conseguinte foi criado um arquivo vetorial de pontos que forma marcados ao longo da linha costeira, buscou-se marcá-los de forma a contornar as linhas de costa, porém não em grande número a fim de não poluir visualmente os mapas, o que dificultaria a leitura dos mesmos. Como critério para a demarcação da linha costeira, fez-se u por indicador de posição da linha da costa. Para Mendonça (2005), há dois tipos de u por indicador de posição da linha da costa, os físicos que impedem a passagem da água, como as edificações no estirâncio, muros de proteção e falésias; e as feições relacionadas ao nível da água, como a existência de vegetação, impressões da linha d'água da maré alta e vestígios deixados por marés.

A marcação foi realizada comparando-se as cenas entre o ano de 2008 e o de 2010 e das cenas entre 2010 e 2018. Com todos os pontos marcados, os arquivos das duas comparações foram sobrepostos, permitindo analisar se houve mudanças na dinâmica hídrica por meio da diferença dos atributos de ocorrência ou não de recuo da linha costeira. Por conseguinte, aos pontos marcados nas regiões que apresentaram mudanças morfológicas, foram atribuídos valores da razão entre a linha de costa de 2010 e 2018, a fim de mensurar a intensidade do avanço das águas sobre a mesma.

Por último, foram recolhidos no site Hidroweb da Agência Nacional de Águas (ANA), dados sobre a estação fluviométrica de Macapá (código 19500000), na aba de séries históricas. Dentro dos documentos obtidos, foram selecionadas todas as cotas

referentes aos anos 2008, 2010 e 2018. De posse dessas informações, foi realizado o cálculo das médias de cada meses do período já mencionado. Os resultados dessas médias foram aplicados em um gráfico para análise do aumento ou diminuição do nível do rio.

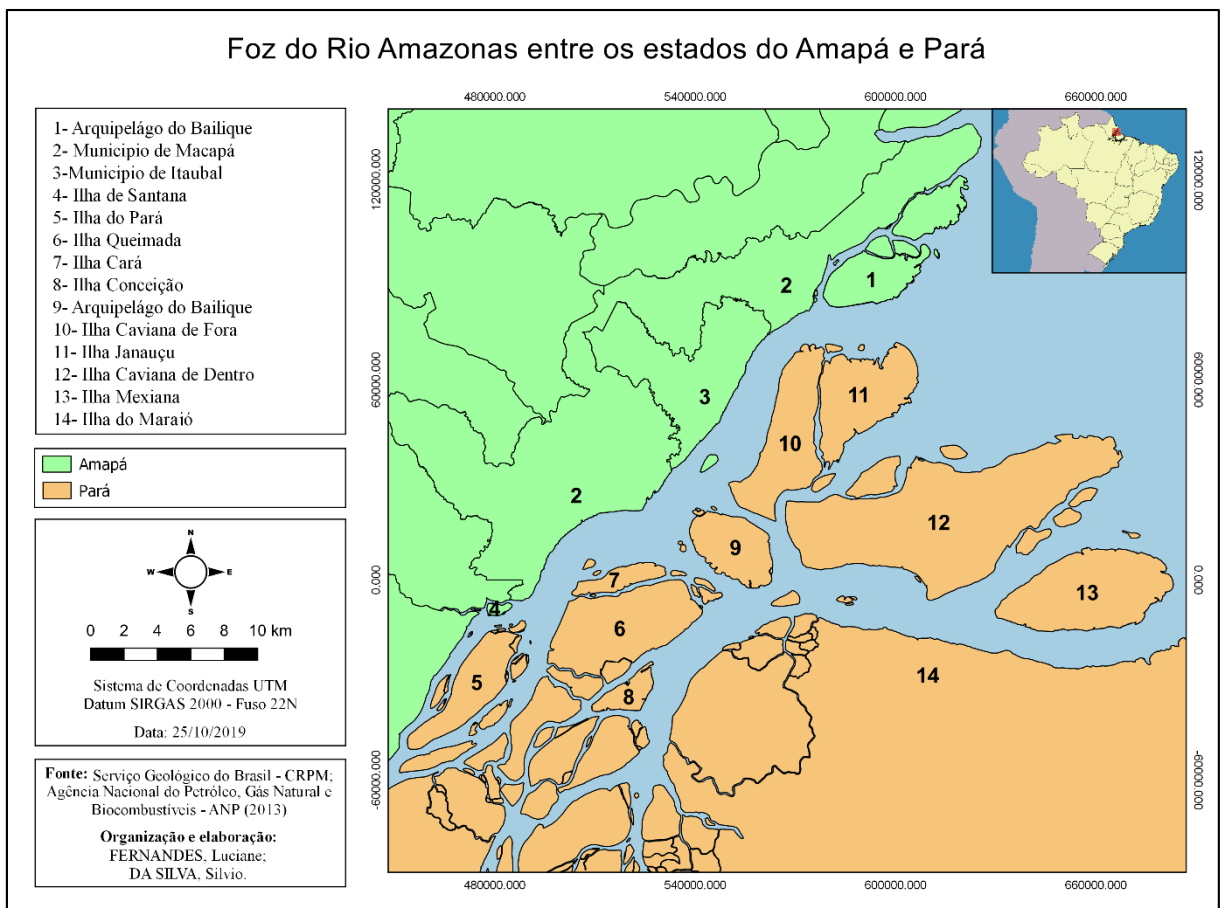


## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão realizadas as discussões sobre a progradação e retrogradação na região da foz do Rio Amazonas, universo de pesquisa do presente trabalho, afim de identificar se há mudanças nas dinâmicas erosivas em uma escala menor. Posteriormente serão analisados os principais pontos georeferenciados durante a pesquisa de campo. A confecção cartográfica oriunda de pesquisas de bancos de imagens digitas, bem como o registro fotográfico da área de estudos dará base para identificar e descrever os impactos decorrentes das ações naturais e antrópicas.

### 4.1 RECUO DA LINHA DE COSTA NAS REGIÕES DA FOZ DO RIO AMAZONAS

Mapa 2: Localização da área de estudo na Foz do Rio Amazonas



Fonte: CRPM e ANP (2013). Organização e elaboração: os autores.

A presente área de estudo abrange a região da foz do Rio Amazonas, mais especificamente a costa sudeste do Amapá até o Arquipélago do Bailique e o arquipélago do Marajó no estado do Pará. Essa área é caracterizada no âmbito de unidade morfo-esculturais, segundo Ross (1985), em planície do rio Amazonas. A unidade geomorfológica é formada por terrenos terciários (Grupo Barreiras), sua vegetação caracteriza-se por florestas de várzea ao longo da costa amapaense, com áreas de manguezais na costa leste do arquipélago do Bailique, e por florestas densas de planície aluvial no Arquipélago do Marajó (BRASIL, 1974). O clima por sua vez é classificado como equatorial com sub seca.

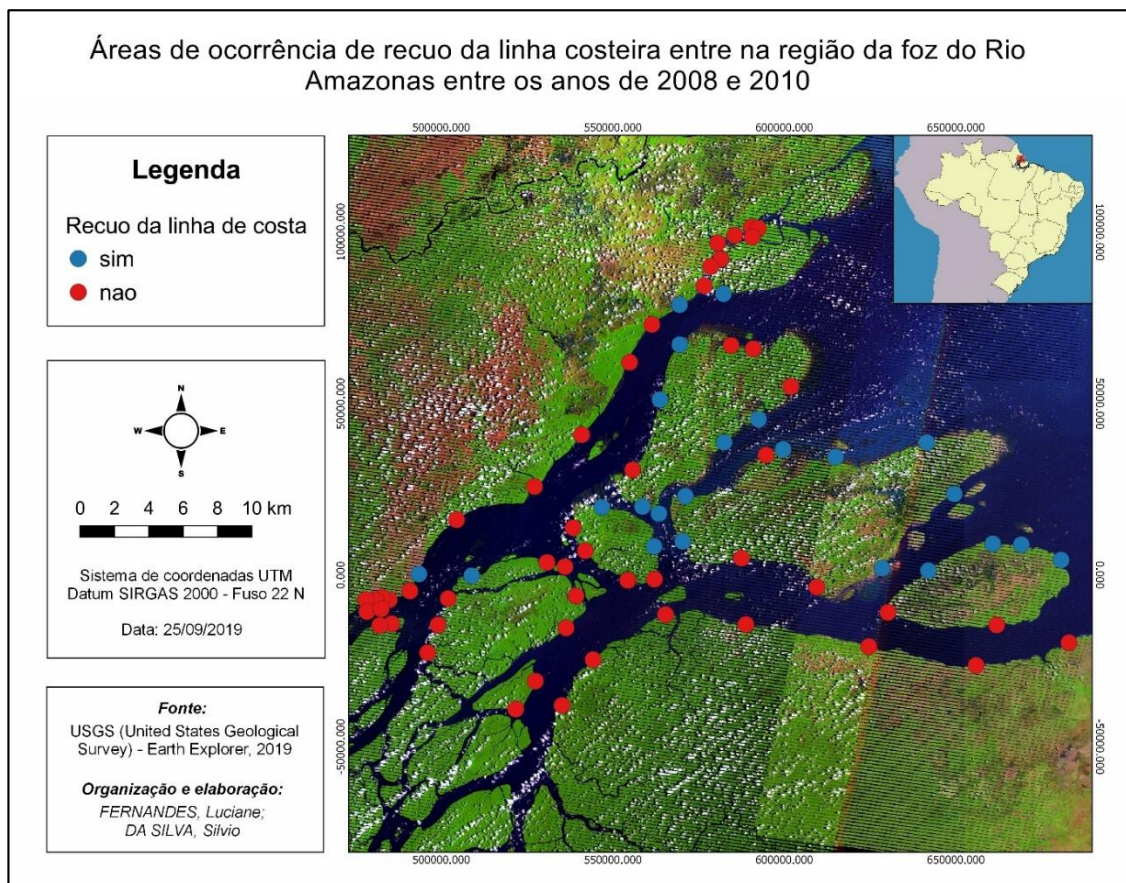
A foz do Rio Amazonas caracteriza-se por ser mista, divide-se em dois canais fluviais, o Norte e Sul, o primeiro do tipo estuário, banha a zona costeira amapaense até a foz do rio Jari; o segundo, do tipo delta, devido suas ramificações, contorna o município de Gurupá-PA junto com ilhas vizinhas e segue em direção ao leste da ilha do Marajó. A medida em que se aproximam da jusante, os canais se alargam até se unirem e desaguarem no Oceano Atlântico.

Na análise multitemporal realizada na foz do rio Amazonas, foi constituído um mosaico de pontos que indicam a ocorrência ou não do recuo na linha de costa das terras emersas na região. No período entre 2008 e 2010, a costa do município de Macapá, na região paralela as duas principais ilhas do Arquipélago do Bailique, denominadas Curuá e Fautino, foram identificados somente pontos negativos em relação ao avanço das águas, incluindo os acima dos rios Gurijuba e Urucurituba. O leito do canal do Gurijuba no Arquipélago do Bailique, conforme Torres, El-Robrini (2006) é marcado por um cenário de sedimentação, onde há formação de banco areno-argilosos pelas correntes de maré vazante, que com o passar do tempo transformam-se em bancos emersos podendo se converter em ilhas com ajuda da acelerada instauração de vegetação aquática. Ao norte do Arquipélago do Bailique há um ponto onde foi identificado recuo da linha costeira, Santos (2006) fala que existem áreas acrescionárias restritas, ligadas à formação e progradação de ilhas na foz de alguns rios que drenam a zona costeira estuarina do Amapá, processo averiguado nesse local.

Em direção ao sul, ainda na linha de costa de Macapá juntamente com o município de Itaubal, há um ponto logo após a desembocadura do pequeno canal entre as ilhas já citadas onde é possível verificar avanço. Posteriormente a esse ponto, a linha de costa desses dois municípios não apresenta pontos de ocorrência do recuo até chegar a região de orlas de Macapá, na qual há outro ponto positivo. Para Torres, El-Robrini (2006) a maré

é o principal agente causador do recuo da linha costeira nessa área, edificações e calçadas e foram destruídas, e uma praia arenosa a seixosa passou a se formar em direção ao Canal do Norte. Os mesmo autores afirmam que nessa região a retrogradação costeira se dá, além dos agentes naturais, também por ações antrópicas, como ocupação indevida e construções, que acabam por interromper a fluência de sedimentos e elevam a capacidade erosiva das marés. Em direção ao município de Santana, Ilha de Santana e porção noroeste da Ilha do Pará não foram identificados focos de avanço.

Mapa 3: Pontos que indicam a ocorrência do recuo na linha de costa na foz do Rio Amazonas entre os anos de 2008 e 2010.



Fonte: USGS (2019). Organização e elaboração: os autores.

Ao longo de toda sua extensão, a ilha Queimada apresentou somente pontos negativos, em sua ilha vizinha mais próxima, Carás, verificou-se somente pontos de ocorrência do avanço fluvial na região da costa voltada para o estado do Amapá. No Arquipélago do Jurupari, não apresenta pontos de avanço d'água mais ao seu leste, entretanto, do lado inverso há pontos positivos. A Ilha Caviana de Dentro tem como pontos

de predominância os positivos, havendo ao sul da ilha focos negativos de ocorrência. Não foram identificados pontos de focos de avanço na ilha Janauçu.

O leste da ilha Caviana revela-se como um local onde está presente o avanço de águas, no seu extremo oeste esse cenário ocorre, já no restante de sua extensão aparecem focos negativos. A ilha Mexicana tem sua parcela ao norte sob influência de pontos positivos, já ao sul não há ocorrência do avanço. A noroeste da Ilha do Marajó não foi identificado o recuo da linha costeira, predominando assim pontos negativos.

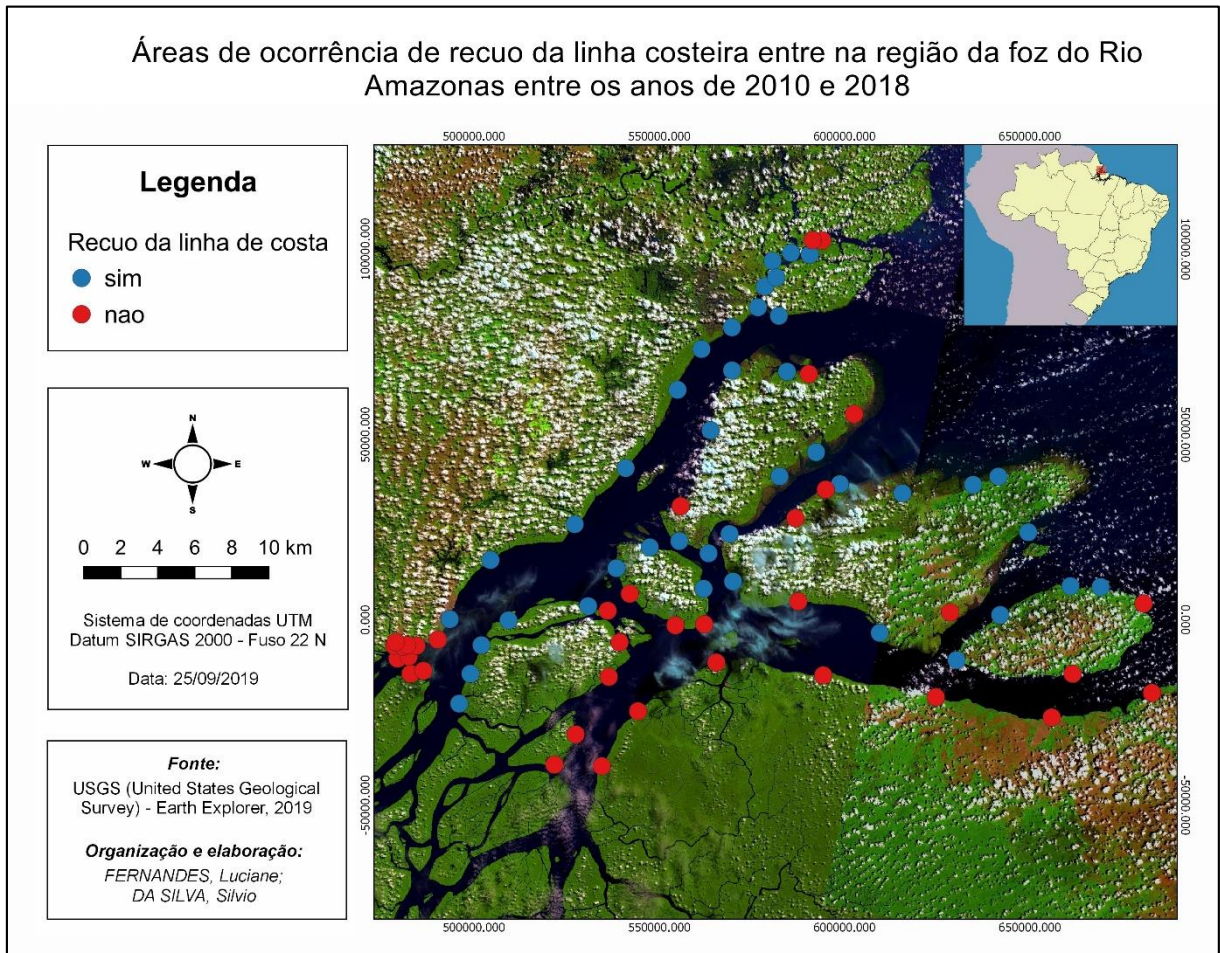
A fim de verificar se dinâmica do avanço das águas do Rio Amazonas analisada no intervalo de 2008 a 2010 ocorria na mesma intensidade em um período posterior, foram analisados os pontos entre os anos de 2010 e 2018.

Ao se comparar imagens entre os anos de 2010 e 2018, foi possível observar que a região próxima a desembocadura dos rios Gurijuba e Urucurituba há a ocorrência do avanço das águas, bem como na parte leste do Arquipélago do Bailique. Já acima da foz desses rios foram contados pontos negativos quanto ao avanço das águas. A costa dos municípios de Macapá e Itaubal tem ao longo da maior parte de sua extensão pontos positivos para avanço da água. Mais abaixo no município de Santana, Ilha de Santana e porção norte da ilha do Pará os pontos negativos predominam.

As ilhas Queimada e do Carás apresentam em sua porção oeste pontos positivo, porém do lado leste juntamente com a Ilha Conceição só houveram focos negativos. O arquipélago do Jurupari apresenta uma dinâmica parecida com as da ilhas citadas, tendo ao seu norte pontos positivos para o avanço fluvial, enquanto a parcela ao sul apresenta recuo da linha costeira. Pela extensão da Ilha da Caviana de Dentro há somente um ponto onde não há avanço da água, sua ilha vizinha, Janauçu, apresentou em sua maioria pontos negativos, com ponto positivo somente ao seu noroeste. Na ilha da Caviana, por sua vez, identificou-se na maioria de sua costa pontos positivos, alguns pontos negativos em direção ao sul, no arquipélago Jurupari, a maioria dos pontos não apresenta recuo da linha da costa. A Ilha Mexicana exhibe pontos positivos em sua costa paralela a Ilha Caviana, já o lado oposto não ostenta focos de avanço d'água sobre a costa, assim como na costa norte da Ilha do Marajó.



Mapa 4: Pontos que indicam a ocorrência do recuo na linha de costa na foz do Rio Amazonas entre os anos de 2010 e 2018.



Fonte: USGS (2019). Organização e elaboração: os autores.

Ao se comparar esses dois intervalos de tempo foi possível identificar que Santana, Ilha de Santana e porção norte da Ilha do Pará não apresentaram alterações geomorfológicas que evidenciem o avanço das águas do Rio Amazonas sobre a região. A costa da Ilha Queimada, banhada pelo Canal do Norte, exibiu mudanças na linha de costa, sofrendo retração. O noroeste do Arquipélago do Jurupari, que antes estava parcialmente sob influência do avanço fluvial, passou a estar em sua totalidade. Nas ilhas Janauçu e Caviana de Dentro não foram identificadas mudanças, constatando-se os mesmo padrões em ambos intervalos de tempos abordados.

Foram identificados somente mudança em dois pontos na Ilha Caviana, localizados mais ao sul da ilha, em um sucedeu-se a ocorrência de avanço das águas, já o outro apresentou padrão inverso, não sendo mais identificado recuo na linha costeira. Na ilha Mexicana, houve variação nas amostras do extremo leste e oeste, que passaram a

apresentar focos positivos e negativos respectivamente. A costa noroeste da Ilha do Marajó permaneceu com os focos negativos inalterados.

A costa dos municípios de Macapá e Itaubal tiveram sua dinâmica hídrica alterada, pois os pontos que no intervalo entre 2008 e 2010 indicavam que não havia recuo de linha da costa, a partir do intervalo de 2010 à 2018 passaram por alterações significativas. Esses municípios estão localizados, segundo Torres, El-Robrini e Costa (2018), na zona costeira estuarina amapaense, que tem como principais atributos ser plana, baixa, volúvel e retilínea, e está sujeita a processos fluviais das águas do Canal Norte do Rio Amazonas, que influencia em sua dinâmica de maneira notável por meio de sua carga hídrica e sólida, além desse fator as correntes de maré tem papel importante em seu desenvolvimento.

Já o ponto que encontra-se na zona de orlas da cidade de Macapá permaneceu sofrendo recuo. Consoante Torres, El-Robrini e Costa (2018), a linha costeira da zona urbana de Macapá sofre influência de mesomarsés de regime diurno com 2,8m de amplitude média e exibe no período de maré baixa uma extensa planície de praias lamosas. Essa conjuntura de fatores naturais somadas a urbanização indevida da área, supressão da vegetação nativa e aterramento da área forma um quadro propício para a intensificação do processo de caimento de terras no local.

No Arquipélago do Bailique verificou-se o recuo da linha de costa na porção que é banhada pelo canal dos rios Urucurituba e Gurijuba indicando mudança da dinâmica hídrica da região, visto que nos últimos anos a foz do Rio Araguari passou por um processo de assoreamento e concomitantemente tais rios se ligaram a ele, sendo o novo caminho de seu desague. Torres, El-Robrini e Costa (2018) afirmam que o assoreamento da foz do rio Araguari e seu desague no rio Urucurituba provocou o aumento da descarga hídrica na área do Arquipélago do Bailique, intervindo em seus processos costeiros e conseqüentemente agilizando processos de retrogradação e progradação nas costas das ilhas. Os mesmos falam que as marés favorecem esse cenário, visto que tal arquipélago sofre com regime de macromarsés com média de 4,7m e soma-se a isso as atividades antrópicas, que incluem desmatamento, bulbalinocultura, transporte hidroviários e construções rígidas ao longo da costa.

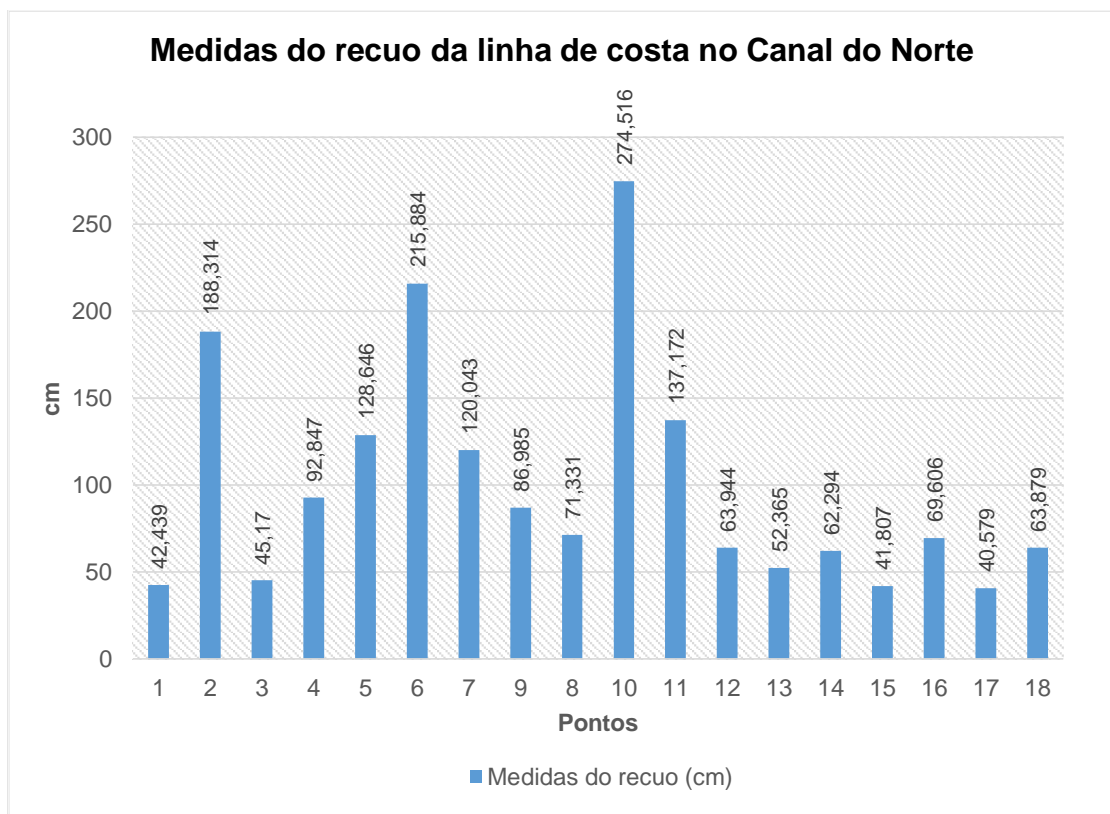
Santos et al. (2017) relata sobre a evolução do Rio Urucurituba, que até em meados de 1995 era somente um estreito afluente, porém foi se expandindo em direção à montante por meio de erosão até em 2011, encontrando um tributário a direita do rio Araguari. Para o autor, a ligação com o rio Araguari deu-se entre setembro de 2010 a

outubro de 2011, a partir desse momento a expansão do rio Urucurituba ocorreu aceleradamente.

Com base na comparação entre os intervalos de tempo verificou-se que grande parte das terras banhadas pelo Canal do Norte vem passando por um intenso processo de recuo costeiro, devido às mudanças na dinâmica do Rio Amazonas, a margem direita apresentou mudanças ao sul, que somadas ao restantes dos pontos desse canal formam uma nova rota da dinâmica hídrica na região, porém, o lado esquerdo da margem no estado do Amapá, destaca-se por apresentar uma mudança que abrange a costa de dois municípios, revelando a magnitude dessas alterações.

Ao se mensurar os pontos localizados no Canal do Norte que sofreram com o avanço do mar, foi constatado que o maior valor chegou a 274,5 m na costa do município de Itaubal. No que concerne ao menor valor, esse se deu no ponto à leste da costa da Ilha Queimada, com 40,5 m. A região a costeira do município de Itaubal, norte de Macapá e leste do arquipélago do Bailique detém os maiores valores de retrogradação, já os menores estão na ilha Mexicana e dos Carás, na margem direita do canal.

Gráfico 1 - Valores dos pontos de recuo da linha da costa sudeste do estado do Amapá entre 2010 e 2018

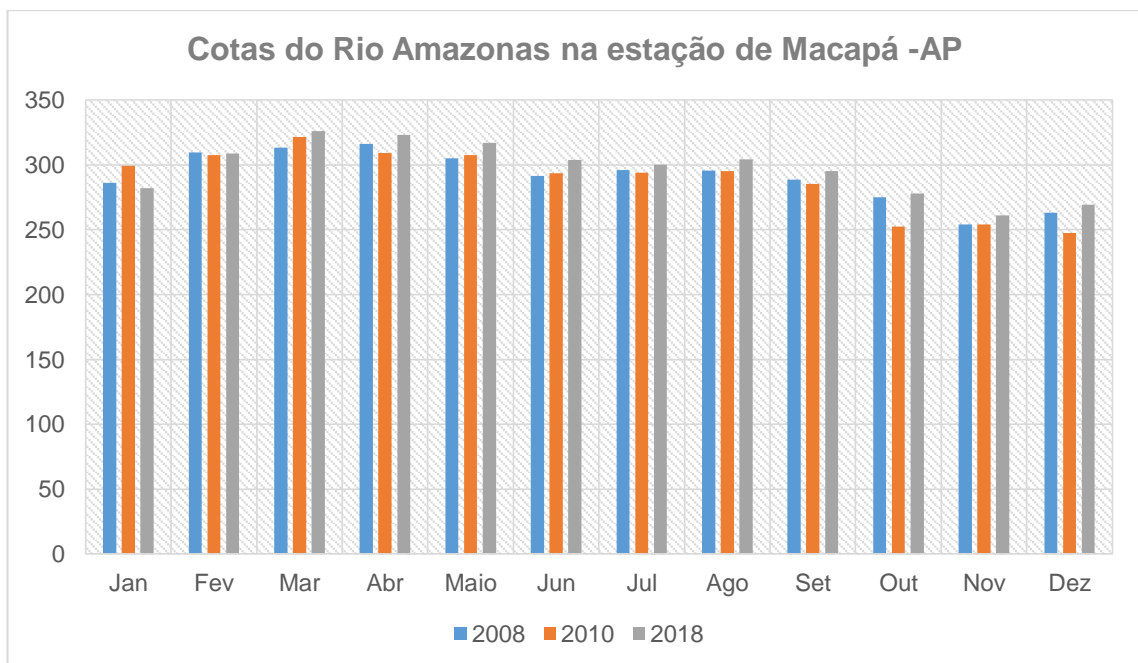


Fonte: Autoria própria

Nota-se assim, que o maior índice dessas alterações se encontram próximos aos locais onde vem acontecendo mudanças morfológicas dos rios e também nas regiões de redução da largura do canal, devido a maior pressão ali exercida. Ainda assim mais ao sul os valores são significantes, demonstrando que esse nova dinâmica hídrica se estende por um longo percurso da costa amapaense.

Diferenças de valores irrisórios de cotas da água medidas pela estação fluviométrica localizada em Macapá-AP fornecida pela Agência das Águas (ANA), revelam através que entre os anos de 2008 e 2010, o primeiro detém seis meses (fevereiro, abril, julho, setembro, outubro e dezembro) que exprimem níveis maiores comparados aos mesmos meses de 2010. Os meses de agosto e novembro apresentaram médias iguais, enquanto janeiro, março e junho dispuseram de índices maiores em 2010. O ano de 2018, por sua vez, possui níveis de cota maiores em todos os meses, exceto de janeiro, com uma diferença significativa que pode ser vista através das barras do gráfico (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Valores médios mensais das cotas de nível d'água do Rio Amazonas em 2008, 2010 e 2018 com base nos dados da estação fluviométrica de Macapá (código 19500000)



Fonte: Agência Nacional das Águas (2019)

O intervalo de 2008 a 2010 exprime uma mobilidade baixa nos índices de nível das águas, indicando constância entre ambos. Por meio deles é possível constatar que as cotas do Rio Amazonas estavam mais altas em 2008, apresentando uma média anual de

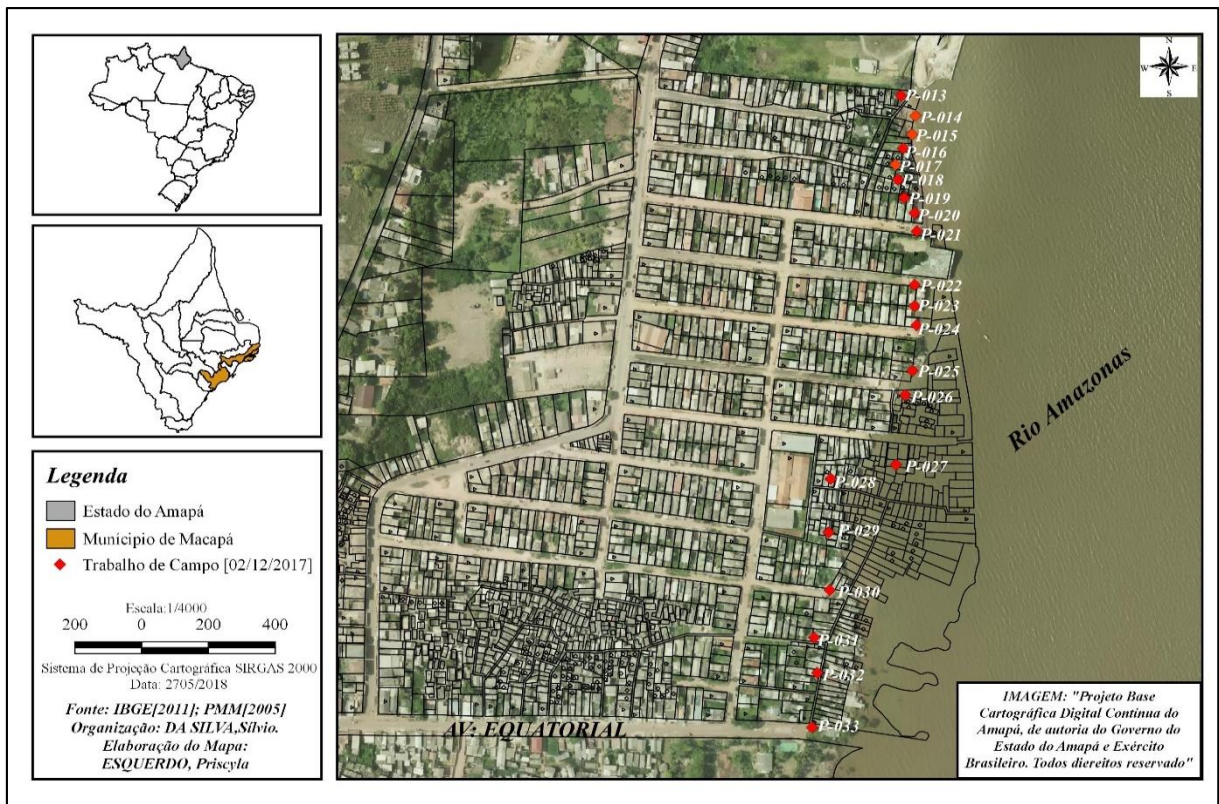


291,1 cm em comparação com 2010, no qual esse valor é de 288,9 cm, portanto há uma diferença de 2,2 cm entre eles. A média anual de 2018 fica em 297,4 cm, o que representa 8,5 cm de diferença com o nível de 2010, indicando que não há uma alteração drástica no nível das águas.

#### 4.2 MUROS DE CONTENÇÃO NA ÁREA DO ATURIÁ

Na pesquisa de campo, foram demarcados pelo menos 32 pontos. Porém, ao se analisar as imagens produzidas, é notório a concentração de ocupação desordenada entre os pontos que vão de P15 a P32, com maior concentração entre os pontos P25 a P32.

Mapa 5 – Sobreposição de lotes na área de estudo e pontos marcados no trabalho de campo em 2017.



Fonte: IBGE (2011) e PMM (2005). Elaboração: Priscyla Esquerdo. Organização: os autores.

Do ponto 01 ao ponto 06, foi feito o registro de parte do muro de arrimo, que está localizado à frente do Complexo Turístico do Arará. Neste ponto observa-se o tipo de contenção construída que se assemelha ao Muro de flexão e Muro com contraforte, citados por Gray e Leiser (1982) e Gray e Sotir (1995), bem como os

resultados de décadas de ação (erosão) das águas do Rio Amazonas sobre a estrutura.

Figuras 7 e 8 – Desgastes no muro de arrimo que se estende até o fim do Complexo do Araxá devido a força das águas do Rio Amazonas (referente ao ponto 1 na marcação do trabalho de campo)



Fonte: Pesquisa de Campo, 2017.

No início, além da construção do muro, optou-se também, pela colocação de uma barreira formada por rochas com medidas de 15 a 50 cm aproximadamente envolta com uma tela de aço para evitar a dispersão de material, em função da ação das águas (maré) no local. Hoje, vê-se pouquíssimo do que sobrou da então tela para contenção de material (Foto 01, ponto 04).

Figuras 9 e 10 – Barreira formada por rochas e resquícios da rede de metal aplicadas ao longo da orla do Aturiá para conter a ação desgastante do rio Amazonas sobre a costa (referente ao ponto 4 na marcação do trabalho de campo)



Fonte: Pesquisa de campo, 2017.



É durante o inverno amapaense, caracterizado pelo aumento das chuvas que ocasiona um aumento significativo no volume das águas do Rio Amazonas e a majoração dos ventos resultando em um aumento da força das marés, que o processo de erosão se intensifica na área do Aturiá.

Além do aumento das chuvas, a falta de infraestrutura e o atraso na conclusão de obras que busquem conter o processo de erosão, que possam ser capazes de compensar o volume de solo que foi removido por força da erosão, torna este problema ainda mais grave, visto que, em vários pontos ao longo da orla do Aturiá, casas foram “engolidas” pela força da maré e famílias tiveram que se retirar do local.

Houve ainda algumas tentativas, partindo dos próprios moradores, de tentar frear os impactos causados pelo avanço da maré sobre a comunidade do Aturiá, como as construções de barreiras de contenção de forma rudimentar com recursos financeiros advindos dos próprios moradores, como mostram as fotos a seguir:

Figuras 11 e 12 – Muro de contenção construído pelo moradores da orla do Aturiá na tentativa de frear o recuo da linha da costa (referente aos pontos 24 (imagem à esquerda) e 25 (imagem à direita) na marcação do trabalho de campo)



Foto: Pesquisa de campo, 2017.

Segundo Santos (2010), nos dias de hoje é notoriamente perceptível os impactos ambientais sobre a vegetação existente na área do Aturiá, onde esta vem sofrendo com gradativo desaparecimento de boa parte de sua vegetação nativa em decorrência do desmatamento por parte de seus moradores que visam buscar novos espaços de para moradias. Na visita de campo, pode-se comprovar a afirmação da

autora citada, avaliando as imagens de satélite de anos anteriores que mostra que entre os pontos mapeados, o índice de vegetação é quase zero nas margens do rio.

O processo de erosão que ocorre na área do Aturiá, segundo Santos (2006), é acentuado por razão da ação dos ventos, das correntes e marés. Segundo a autora citada, apesar da erosão acontecer de maneira devastadora, ela costuma ser considerada como um processo natural, porém ocorre em uma intensidade maior por causa ação antrópica, com a retirada da cobertura vegetal.

Os impactos ambientais significativos existentes na orla do Aturiá, são em decorrência da ocupação irregular e da falta de saneamento adequado. A rede de esgoto existente naquela região atende a uma pequena porção das famílias que ali vivem, sendo que a região possui uma quantidade muito grande de residências e instalações comerciais.

É possível ver o grande número de casas residenciais que ocupam a orla do Aturiá nas imagens a seguir:

Figura 13 – Ocupação Irregular na orla do Aturiá (referente ao ponto 28 na marcação do trabalho de campo)



Fonte: Pesquisa de campo, 2017.



### 4.3 OCUPAÇÃO DA ÁREA DO ATURIÁ

Segundo Santos (2010), a área do Aturiá vem sendo ocupada de maneira irregular desde o início da década dos anos 90. Neste sentido, segundo estudos realizados pelo IEPA (2004), aproximadamente 20 km da orla de Macapá já foram totalmente ocupadas de maneira irregular.

Ainda nas décadas de 80 e 90, a área do Aturiá era comumente usada para prática de atividades esportivas e também como balneário, contando ainda com a presença de vários estabelecimentos comerciais, como bares, lanchonetes e restaurantes. Porém, com o passar dos anos e o crescimento populacional de Macapá, a área foi sendo ocupada por residências.

Figura 14 – Casas localizadas às margens do rio Amazonas, na orla do Aturiá, são as mais suscetíveis as forças da dinâmica do rio (referente ao ponto 29 na marcação do trabalho de campo)



Fonte: Pesquisa de campo, 2017.

De acordo com SANTOS (2010), a Carta Magna de 88 concedeu ao novo Estado autonomia para autogovernar-se e planejar seus próprios programas de governo. Diante desse novo contexto, outro evento merece ser destacado pelo desencadeamento frenético de novo movimento migratório para o Amapá, que foi a implantação pelo Decreto Federal nº 8.387/91 da Área de Livre Comércio de Macapá e Santana (ALCMS). Esse projeto de desenvolvimento econômico para o Estado do

Amapá previa, basicamente, a comercialização de produtos importados nessas duas cidades.

Essa ocupação é considerada por vários pesquisadores e estudiosos da área como uma consequência do aumento do número de moradias do atual Bairro do Araxá, que também acabou surgindo através de uma invasão e do intenso fluxo migratório de pessoas advindas em grande parte dos estados do Maranhão e do Pará.

Neste sentido, Porto (2006), Tostes (2006) Neri (2004), e Andrade (2008) citam que a implantação da ALCMS no Amapá teve como consequência uma “nova leva de migração”, despertando o interesse de pessoas em busca de novas oportunidades e novos postos de trabalho, tendo como destaque o comércio varejista e também no funcionalismo público nas esferas dos 3 poderes: executivo, legislativo e judiciário.

Santos (2010), ressalta que dentro desse contingente de pessoas que chegaram à Macapá no período de implantação dos projetos acima mencionados, muitas não tinham qualificação profissional, portanto, tiveram grandes dificuldades para se inserirem no mercado de trabalho formal, em razão de as disponibilidades de vagas serem menores do que a procura, o que gerou um significativo aumento no número de desempregados. Daí se conclui que muitos tiveram que recorrer ao mercado de trabalho informal e às ocupações irregulares, como forma de garantir sua subsistência.

As significativas transformações ocorridas na área do Aturiá, para Sabroza; Leal apud Neri (2004) são capazes de produzir uma “nova natureza”. Essas transformações trazem consigo problemas de ordem ambiental e social, verificados por meio do desmatamento e aterramento de áreas para as construções de casas, da poluição causada pelos resíduos sólidos produzidos pelos moradores, além de apresentarem muitas vezes altos índices de pobreza, baixa escolaridade, desemprego, violência, etc.

#### 4.4 IMPACTOS AMBIENTAIS

Ao se retomar o conceito Impacto ambiental, que segundo (LIRA E CANDIDO) é uma alteração no meio ambiente que, na maioria das vezes, tem por consequência a ação do homem em um determinado espaço geográfico. Contudo, podem ser positivos ou negativos, positivos quando desenvolvem melhorias para o meio ambiente, negativos, quando essas alterações causam algum risco para tanto para o

ser humano quando para o meio ambiente onde ele está inserido. Neste caso é que todos os impactos se dão de maneira negativa, pois, ao analisar a imagem abaixo, entre os pontos P15 e P32, há uma faixa de terra consumida pelo recuo da linha da costa, onde a linha branca demarcada na imagem, delimita o que é passado e o que é presente, hoje na orla do Aturiá.

É possível observar na imagem a seguir que o processo de erosão na área do Aturiá já consumiu uma grande faixa de terra entre os pontos P15 e P32.

Figura 15 - Área afetada pelo processo de erosão na orla do Aturiá, Macapá-AP



Fonte: Google Earth, 2017 (adaptada pelos autores)

Este processo de erosão que a área Orla do Aturiá vem sofrendo ao longo dos anos, já foi responsável pelo desaparecimento de inúmeras residências, bares, lanchonetes e restaurantes em um período de tempo consideravelmente curto, haja vista que este processo vem se tornando cada vez mais rápido.

De acordo Santos (2010), na área do Aturiá e, em toda a área de seu entorno, a maré do Rio Amazonas torna-se responsável pelo recuo da linha de costa, culminando em um significativo número de destruição de edificações, tanto de residenciais como de empreendimentos comerciais.

O processo de desabamento de edificações (casas, bares, pequenos comércios e restaurantes) na área do Aturiá acontece, de forma significativa, desde o ano de 2008, segundo dados coletados de reportagem do site G1 Amapá. Entretanto, vale ressaltar que o recorte histórico temporal abordado neste estudo, sobre esta área é de 2010 a 2018. De acordo com a Defesa Civil do Estado do Amapá, o processo de

erosão que ocorre de maneira acelerada na orla do Aturiá é causada no solo de sustentação das residências, fato que vem ao longo dos anos ocasionando a destruição dos imóveis.

O Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA) realizou uma pesquisa na área do Aturiá. Na ocasião, pesquisadores do Instituto chegaram à conclusão de que a força da maré do Rio Amazonas é capaz de provocar a destruição de 0,4 centímetros de terra a cada mês, o que no decorrer de um ano pode chegar a 4,8 metros.

O estudo realizado pelo IEPA aponta ainda que no período que corresponde entre os anos de 2010 e 2015, a força da maré do Rio Amazonas invadiu cerca de 30 metros da área do Aturiá, causando a retirada de 120 famílias da área nesse período.

De acordo com a análise feita através de imagens de satélite utilizando a sobreposição de um mapa feito pela prefeitura em 2011 em parceria com o IBGE, que mostra subdivisão de lotes e casas da área de estudos, e tendo como base os pontos georeferenciados na pesquisa e coleta de dados em campo, revela que entre os anos de 2010 a 2018, aproximadamente 210 edificações foram consumidas com o avanço do rio, perfazendo uma área total de 34.828 km<sup>2</sup>.

De acordo com a análise feita, a erosão como consequência do avanço das águas do Rio Amazonas, não provoca apenas o recuo do limite da margem da costa, ocasiona, também, a perda de propriedades (bens públicos e privados), perda do valor imobiliário das habitações, prejuízos nas atividades socioeconômicas da população que ali vive, além dos gastos de recursos públicos na construção do muro de arrimo, como uma tentativa de frear as consequências do avanço.

Segundo dados colhidos junto à Secretaria de Estado da Infraestrutura (SEINF), a construção do muro de arrimo na orla do bairro Aturiá foi lançada no mês de agosto de 2013, que na época, a previsão de entrega era para o ano de 2014. Porém, como os recursos necessários para a construção do muro ainda não haviam sido aprovados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), houve a necessidade de sua paralisação em janeiro de 2015. Ainda segundo a SEINF, através do Portal do Governo do Estado do Amapá, no ano de 2017, as obras de construção do muro de arrimo da área do Aturiá haviam sido retomadas, porém a mesma segue sem ter sido entregue.

O site G1 Amapá, realizou uma reportagem sobre a área do Aturiá no ano de 2016, apurou que no ano de 2014, a obra estava com menos de 30% concluídos, dos 1.070



metros previstos. Contudo, na visita de campo realizada em Janeiro de 2019, observou-se que houve um aumento neste percentual construído, que, de acordo com informações coletadas na SEINF-AP, a obra passou de 30% para 48%, com previsão de conclusão para 2020.

Quanto às residências que foram destruídas pela força da maré, a Prefeitura de Macapá iniciou as obras de um conjunto habitacional para a realocação das famílias que perderam seus domicílios e para aquelas que ainda permanecem na área do Aturiá e correm risco de perderem duas residências.

Segundo dados colhidos durante pesquisa de campo junto à Secretaria de Estado da Inclusão e Mobilização Social (SIMS), até março de 2019, aproximadamente 156 famílias foram contempladas como o benefício eventual de Aluguel Social, no valor de R\$ 350,00 por família e que atende ao princípio da excepcionalidade, ou seja, os beneficiários permanecem salvaguardados pelo Estado até que o conjunto habitacional ao qual serão destinados seja entregue. Este projeto assistencialista faz parte do Programa de Aceleração do Crescimento do Governo Federal.

No que concerne, ao atendimento das famílias desabrigadas, a Secretaria realiza a cada 02 anos, o acompanhamento e monitoramento, para verificar se houve superação da situação de vulnerabilidade dos moradores e se os recursos estão sendo direcionados à sua finalidade, caso contrário, a família é desligada do programa. Vale ressaltar que, além do Aluguel Social, as famílias ainda são assistidas por outros programas assistenciais, tais como: Passe Estudantil, Renda para Viver Melhor e Bolsa Família, explica a Sra. Marlete Góes, Secretária Adjunta da SIMS.

Ainda de acordo com as informações disponibilizadas pela SIMS, estas famílias são realocadas em espaços físicos que são disponibilizados em sua grande maioria pelo Governo do Estado em parceria com a Prefeitura de Macapá, desde que se enquadrem nos seguintes critérios: estejam inscritas no CadÚnico, que é um cadastro do governo federal; participem do programa Bolsa Família; programa Tarifa Social, que dá desconto no valor de consumo da energia elétrica; famílias que estejam em situação de risco e vulnerabilidade devido a desastres naturais ou que tiveram que sair de suas casas por causa de obras do governo; pessoas que vivem em áreas de risco de desabamento, enchentes, etc. Contudo, uma outra opção para os desabrigados é dirigir-se a casas de familiares. Não existem dados estatísticos oficiais

de quantas famílias já foram afetadas pelo fenômeno da erosão, objeto de estudo deste trabalho.

#### 4.5 AREA DO ATURIÁ: RECUO DA LINHA DA COSTA

Santana (2011) nos dá um breve conceito sobre retrogradação, quando explica que, o sentido da migração da linha de costa faz os sedimentos empilharem-se de formas específicas dependendo da razão entre a taxa de sedimentação (D) e a taxa de acomodação (A). Se essa razão obtiver valores negativos ( $D/A < 1$ ) o sistema tende a retrogradar, ou seja, a face marinha se sobrepõe sobre as face continentais.

Souza e Luna (2010), ressaltam que, as melhores fontes de dados disponíveis para se estudar as variações da linha de costa ao longo do tempo, através de uma série histórica, são: mapas (mapas históricos e principalmente cartas topográficas e náuticas), fotografias aéreas, imagens de satélite de alta resolução, e perfis de monitoramento praial.

Conforme citado em um tópicos anterior, o percurso mapeado estende-se por aproximadamente 1000 (mil) metros, que se inicia no complexo turístico do Araxá e vai até o fim da Avenida Equatorial, percorrendo as margens do rio, onde avaliou-se as características do perímetro. De posse de mapeamento e com à aferição dos pontos da linha da costa atual, o estudo baseou-se na análise multitemporal da área de estudo, o que nos proporcionou uma visão quantificável da porção do recuo da linha costa, em função dos anos passados em que este fenômeno vem ocorrendo. O resultados da análise nos possibilitou ilustrar a evolução do processo erosivo naquela região, através um mapa (mapa 6), que simula a linha da costa de acordo o ano.

Tabela 1. Recuo em metros da linha da costa da orla do Aturiá entre 2010 e 2018.

Pontos	Intervalo anos					Total do recuo
	2010-2011	2011-2013	2013-2016	2016-2017	2017-2018	
01	6,1	28	55,3	8,7	0	98,1
02	6,9	43,7	60,2	5,1	6,3	122,2
03	15,2	50,2	25,8	5	-5,5	90,7
04	4,5	-2,3	1,7	0	2	5

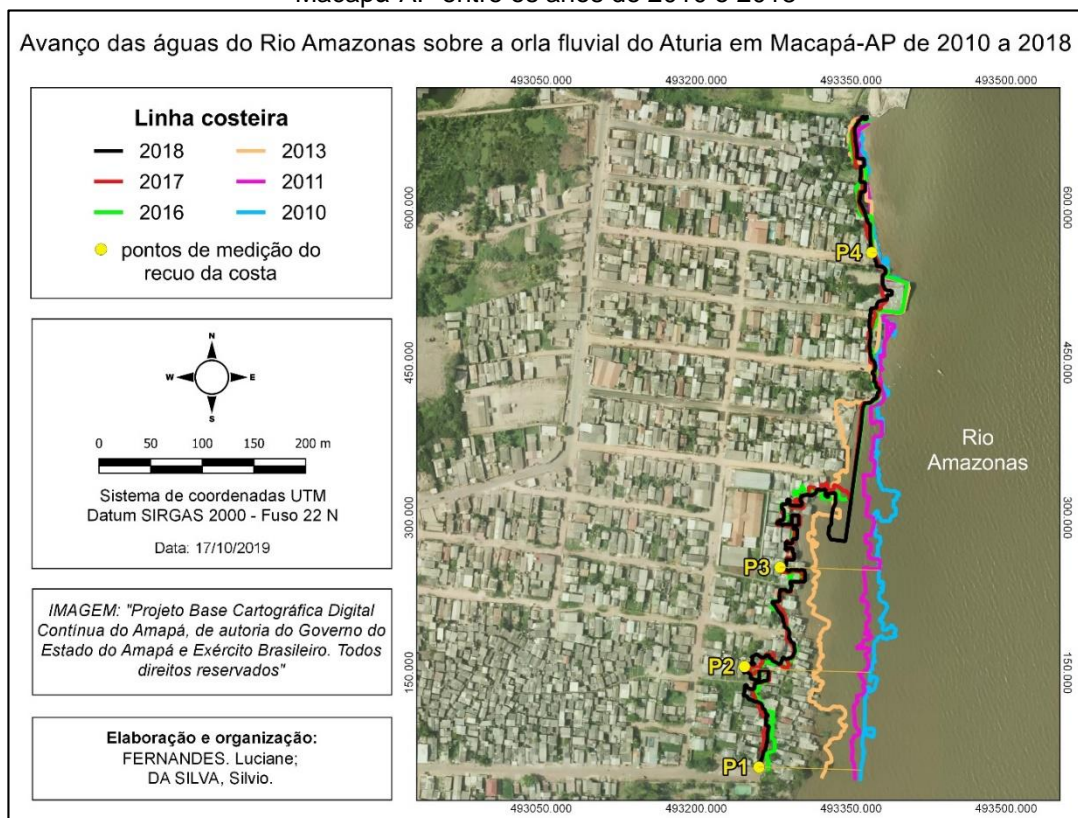
Fonte: Autoria própria

Na análise dos dados, foi possível observar que a porção ao sul, que engloba os pontos 2 e 3 na orla do Aturiá, apresenta os maiores índices de recuo da linha costeira. No intervalo do período 2013-2016 apresentou notórios níveis de recuo da linha da costa, que se deu principalmente da remoção da faixa de terra que ficava frente as casas ao longo dos pontos.

No espaço de tempo de 2011 a 2013, ocorre uma progressão dos níveis de retrogradação da linha da costa, várias casas foram removidas e a área da vegetação localizada no ponto 1 e 2 foi suprimida. O ponto 2 teve a maior área de recuo, isso se deu devido a topografia do local que permitiu o maior avanço das águas.

Dentro do intervalo entre 2013 e 2016 há o ápice dos índices de recuo na linha da costa, nos pontos 1 e 2, o restante da vegetação desapareceu e mesmo o avanço das casas nessa área foi interrompido, sendo possível observar que várias edificações deixaram de existir no local. O ponto 3 segue a mesma dinâmica dos demais, cerca de metade do quarteirão ali presente foi removida pelas águas, chegando as proximidades de uma escola ali estabelecida.

Mapa 6. Representação da evolução recuo da linha da costa na orla do Aturiá no município de Macapá-AP entre os anos de 2010 e 2018



Fonte: USGS (2019). Organização e elaboração: os autores.

A partir do ano de 2016, ocorre uma estabilização na costa, o ponto 1 e 2 porém, apresentam um nível ainda elevado de retrogradação, devido à existência de algumas residências que foram removidas do local devido a força das águas. Entre 2017 e 2018, as taxas de erosão se reduzem ainda mais, na qual, todos os pontos passam a aproximar-se de uma média. O ponto 4, foi o único que manteve o menor índice de avanço, pois, segundo a análise da topográfica daquela faixa, as curvas de nível são muito próximas, com intervalos de aproximadamente um metro.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou analisar os impactos e consequência do processo erosivo, com qual a área do Aturiá vem sofrendo ao longo dos anos, desde a década de 90.

No decorrer da pesquisa, houve a necessidade de avaliar outras possíveis influências no avanço das águas e processo erosivo na área do Aturiá, onde, neste sentido, destacou-se a foz do Rio Amazonas. Sabe-se que o processo erosivo, trata-se de um evento natural, porém, no estudo do recorte multitemporal avaliado nesta pesquisa sob a foz do Rio Amazonas, indicou-se como um possível um agravante neste processo, onde fora identificado mudanças de dinâmica no Canal do Norte, e que os grandes índices de recuo da linha costeira na foz, mostram que esse afluente sofreu algum tipo de perturbação em seu ciclo hídrico, gerando impactos nas zonas urbanas afetadas e na área de vegetação nativa. Não foram identificadas mudanças dos valores das cotas do Rio Amazonas, que indicassem uma ascensão em seu volume. Por não existirem alterações tão drásticas no Arquipélago do Marajó, foi descartada a hipótese que a elevação do nível do mar. Acredita-se que este processo seja mais local, entretanto, é necessário um estudo mais aprofundado sobre o processo hídrico do Rio Amazonas, que leve em consideração as forças naturais e antrópicas exercidas sobre ele.

Assim, o avanço das águas, ocasionando a erosão juntamente com o desaparecimento destas residências, evidência como a ausência de políticas de planejamento urbano e ambiental em Macapá vem contribuindo para que as ocupações irregulares na cidade se tornem cada vez mais comuns.

O grande número de construções irregulares ao longo da orla é também responsável pelo agravamento do processo de erosivo, justamente pela interferência humana através destas construções que transformam e limitam a dinâmica natural do costa naquela área. Com a retirada da vegetação nativa e os processos de aterramento da planície de inundação para a construção de casas residências, o processo de erosão foi acelerado, fato que causou grandes desequilíbrios no local.

Esta pesquisa traz como inferência que a resolutividade desta e de outras questões existentes na área do Aturiá, só será possível através de um planejamento estrutural e ambiental em consonância com políticas públicas que visem a melhoria da qualidade de vida de todos que ali vivem.

## REFERÊNCIAS

ALVES, J. Defesa Civil aponta que pelo menos 200 casas podem desabar no Aturiá. **G1 Amapá**, Amapá, p. 1, 1 fev. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2016/02/defesa-civil-aponta-que-pelo-menos-200-casas-podem-desabar-no-aturia.html>. Acesso em: 11 jun. 2019.

ANA (Agencia Nacional das Águas). **Hidroweb**: series históricas de estações. Disponível em: [http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes\\_historicas\\_abas.jsf](http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf). Acesso em 30 jun 2019.

ARAÚJO, A. G.S. **Morfodinâmica Fluvial Do Rio Amazonas Entre a Ilha do Careiro e a Costa do Varre Vento-AM**. 2018. 130 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus: 2018.

AVELAR, V. G; SANTOS, A. M. Transformações antropogênicas e suas implicações na erosão fluvial do balneário do Aturiá, Macapá-Amapá. In: **Geografia do amapá e perspectiva**. Brito, Daguinete Maria Chaves; AVELAR, Valter Gama de (Orgs). Macapá: UNIFAP, 2017.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Radam Folha SA.22 Belém**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv24022.pdf>. Acesso 16 jun 2019.

BRIAM, T. GEA retoma obra do muro de arrimo do Aturiá. **Portal Governo do Estado do Amapá**, Amapá, p. 1, 22 nov. 2019. Disponível em: <https://www.portal.ap.gov.br/noticia/2211/gea-retoma-obra-do-muro-de-arrimo-do-aturia>. Acesso em: 11 jun. 2019.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. Editora Edgard Blucher, São Paulo, 313p. 1981.

ENOMOTO, C.F. **Método para elaboração de mapas de inundação: estudo de caso na bacia do rio Palmital, Paraná**. 2004. 122 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2004.

FARIAS, E. G. G. **Aplicação de técnicas de geoprocessamento para a análise da evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do estado do Ceará**. Fortaleza: 2008. 122 f. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal do Ceará. Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR. Disponível em: [http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/1362/1/2008\\_dis\\_eggdfarias.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/1362/1/2008_dis_eggdfarias.pdf). Acesso em 28 ago 2019.

GRAY, D. H. LAISER, A. T. Structural-Mechanical Components Of Biothechnical Slope Protection. In: **Biothechnical slope proctetion and erosion control**. Van Nostrand Reinhold Company, NY. 1982

GRAY, D. H., SOTIR. R. B. **Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization: a practical guide for erosion control**. John Wiley & Song, inc. 1995.

GUERRA, A.J.T. **Processos Erosivos nas Encostas**. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995

Google Earth Pro 7.3. 2019. Orla do Araxá, Macapá-AP. Coordenadas 0° 0'10.26"N e 51° 3'36.37"O. Elevação 0 m. Data de Visualização: 05/08/2019. Data da Imagem: 20/06/2010.

LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. At. **Gestão Sustentável dos Recursos Naturais: Uma Abordagem Participativa**. Ed. EDUEPB. Campina Grande/PB, 2013

MAGALHÃES. R. A. **Erosão: definições, tipos e formas de controle**. Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia, 2001

MENDONÇA, F.J.B. **Posicionamento de alta resolução: adequação e aplicação à morfologia costeira**. Recife: 2005. 94 f. Tese Doutorado Universidade de Pernambuco. CTG. Departamento de Oceanografia. Disponível em: <[https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/8566/1/arquivo8212\\_1.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/8566/1/arquivo8212_1.pdf)>. Acesso em 28 ago 2019.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de (Org.). **Introdução ao processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Universidade de Brasília (UNB) – Instituto de Geociências (IG). Brasília, 2012, p. 266. Disponível em: < <http://memoria.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>>. Acesso em 12 ago 2019.

MUEHE, Dieter. **ASPECTOS GERAIS DA EROSÃO COSTEIRA NO BRASIL (general aspects of coastal erosion in Brazil)**. Mercator, Fortaleza, v. 4, n. 7, nov. 2008. ISSN 1984-2201. Disponível em:<<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/113>>. Acesso em: 30 abr. 2019.

PENTEADO, M.M. **Fundamentos da Geomorfologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Secretaria de Planejamento da Presidência da República. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 1883.

ROSS, J.L.S. **Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação**. Revista do Departamento De Geografia, v. 4, p. 25-39. São Paulo: 1985. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47094>>. Acesso 10 set 2019.

SALOMÃO, M.M.; ROCHA, G.A. **Controle de erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientações para o controle de voçorocas urbanas**. São Paulo, DAEE/IPT, 1989.

SANTOS E S.; LOPES P. P; PEREIRA, H.; NASCIMENTO O.O.; RENNIE C.D.; LEONEL S. L. STERNBERG, L. S. L; CUNHA, A. C. The impact of channel capture on estuarine hydromorphodynamics and water quality in the amazon delta. In: Science of The Total Environment, v 624, p 887-899. 2017. Disponível em: <<https://www2.unifap.br/ppgbio/files/2018/03/Santos-2017-Tese-de-Doutorado.pdf>> Acesso em 27 ago 2018.

SANTOS, V. F. **Ambientes costeiros amazônicos: avaliação de modificações por sensoriamento remoto.** Niterói, Rio de Janeiro: 2006. 306 f. Tese (Doutorado em Geologia e Geofísica Marinha) –Universidade Federal Fluminense, 2006. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/281624189\\_AMBIENTES\\_COSTEIRO\\_S\\_AMAZONICOS\\_Avaliacao\\_de\\_Modificacoes\\_por\\_Sensoriamento\\_Remoto](https://www.researchgate.net/publication/281624189_AMBIENTES_COSTEIRO_S_AMAZONICOS_Avaliacao_de_Modificacoes_por_Sensoriamento_Remoto)>. Acesso em 28 ago 2019.

SANTOS, K. A. A. C. **Análise socioambiental da ocupação urbana da área do Aturiá-AP.** 2010. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amapá, Amapá. Disponível em: <https://www2.unifap.br/ppgdapp/files/2013/04/Keila.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2019.

SOUZA, C. R. de G. A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil. **As Zonas Costeiras no contexto dos Recursos Marinhos.** Revista de Gestão Costeira Integrada. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/3883/388340125003>. Acesso em 30 set. 2019

SOUZA, C. R. G.; LUNA, G. C. **Taxas de retrogradação em praias sob risco muito alto de erosão no município de Ubatuba (Litoral Norte de São Paulo).** *Quaternary and Environmental Geosciences*. V.1, N.1. p: 25-41. Curitiba-UFPR, 2009.

SUGUIO, K. & BIGARELLA, J.J. **Ambientes fluviais.** 2.ed. Florianópolis: Editora da UFSC/UFPR, 1990.

TORRES, A. M.; EL-ROBRINI, M. Amapá. In: MUEHE, D. (Org). **Erosão e progradação no litoral brasileiro.** Brasília: MMA, 2006, p. 11-40. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_sigercom/\\_arquivos/ap\\_erosao.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_arquivos/ap_erosao.pdf)>. Acesso 24 jun 2019.

TORRES, A. M.; EL-ROBRINI, M.; COSTA, W. J. P. Amapá. In: MUEHE, D. (Org). **Panorama da erosão costeira no Brasil.** Ministério do meio Ambiente, Secretária de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. Departamento de Gestão Ambiental Territorial. Brasília, DF: MMA, 2018. p. 21 – 63. Disponível em: <[file:///C:/Users/User/Downloads/PanoramaErosaoCosteira\\_Amapa%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/PanoramaErosaoCosteira_Amapa%20(1).pdf)>. Acesso em 26 ago 2019.

UACANE, M. S. **Impactos ambientais decorrente da erosão costeira na orla marítima da cidade da beira.** Revista EDUCAmazônia. Ano 7, Vol XII. Amazonas, 2014. Disponível em: < <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4731793>>. Acesso em 24 maio 2019.



**APÊNDICE A –QUADRO DE FOTOS REFERENTES AOS PONTOS MARCADOS  
NO TRABALHO DE CAMPO**

PONTO 01 - 0° 0'35.08"N 51° 3'28.22"O



PONTO 02 - 0° 0'33.22"N 51° 3'28.22"O



PONTO 03 - 0° 0'32.18"N 51° 3'28.25"O





PONTO 04 - 0° 0'31.69"N 51° 3'28.28"O



PONTO 05 - 0° 0'30.16"N 51° 3'28.28"O



PONTO 06 - 0° 0'29.22"N 51° 3'28.32"O





PONTO 07 - 0° 0'27.36"N 51° 3'29.51"O



PONTO 07 - 0° 0'27.36"N 51° 3'29.51"O





PONTOS 08 a 12 - 0° 0'25.57"N 51° 3'30.78"O- 0° 0'23.61"N 51° 3'33.17"O



PONTO 13 - 0° 0'23.09"N 51° 3'33.36"O





PONTO 14 - 0° 0'22.57"N 51° 3'33.53"O



PONTO 15 - 0° 0'22.15"N 51° 3'35.01"O





PONTO 16 - 0° 0'20.45"N 51° 3'34.95"O



PONTO 17 - 0° 0'19.44"N 51° 3'35.11"O



PONTO 18 - 0° 0'18.86"N 51° 3'34.92"O







PONTO 19 - 0° 0'18.37"N 51° 3'34.59"O





PONTO 20 - 0° 0'17.78"N 51° 3'34.53"O



PONTO 21 - 0° 0'16.06"N 51° 3'34.59"O





PONTO 22 - 0° 0'15.37"N 51° 3'34.59"O



PONTO 23 - 0° 0'14.75"N 51° 3'34.53"O





PONTO 24 - 0° 0'13.29"N 51° 3'34.66"O



PONTO 25 - 0° 0'12.51"N 51° 3'34.88"O



PONTO 26 - 0° 0'10.26"N 51° 3'35.18"O





PONTO 27 - 0° 0'9.80"N 51° 3'37.21"O



PONTO 28 - 0° 0'8.08"N 51° 3'37.28"





PONTO 29 - 0° 0'6.22"N 51° 3'37.25"O



PONTO 30 - 0° 0'4.69"N 51° 3'37.73"O



PONTO 31 - 0° 0'3.55"N 51° 3'37.63"O



PONTO 32 - 0° 0'1.79"N 51° 3'37.80"O

