

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE MARABÁ  
FACULDADE DE GEOGRAFIA**

**ANÁLISE DO CRESCIMENTO DA MALHA URBANA E OS  
FENÔMENOS DE ENCHENTES NA CIDADE DE MARABÁ A PARTIR  
DOS NÚCLEOS MARABÁ PIONEIRA, NOVA MARABÁ E CIDADE  
NOVA.**

**MARABÁ/PA  
2016**

**THAÍS BATISTA PORTELA**

**ANÁLISE DO CRESCIMENTO DA MALHA URBANA E OS  
FENÔMENOS DE ENCHENTES NA CIDADE DE MARABÁ A PARTIR  
DOS NÚCLEOS MARABÁ PIONEIRA, NOVA MARABÁ E CIDADE  
NOVA.**

Trabalho de conclusão de curso (TCC),  
apresentado à Faculdade de Geografia da  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
- UNIFESSPA, em cumprimento às exigências  
para obtenção - do Grau - de  
Licenciatura/Bacharel em Geografia, orientado  
pelo professor Msc. Abraão Levi Mascarenhas.

**MARABÁ/PA**

**2016**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Josineide da Silva Tavares da UNIFESSPA. Marabá, PA**

---

Portela, Thaís Batista

Análise do crescimento da malha urbana e os fenômenos de enchentes na cidade de Marabá a partir dos núcleos Marabá Pioneira, Nova Marabá e Cidade Nova / Thaís Batista Portela ; orientador, Abraão Levi Mascarenhas. — 2016.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Campus Universitário de Marabá, Instituto de Ciências Humanas, Faculdade de Geografia, Curso de Licenciatura em Geografia, Marabá, 2016.

1. Inundações - Marabá (PA). 2. Urbanização. 3. Água - Qualidade. 4. Tocantins, Rio. I. Mascarenhas, Abraão Levi, orient. II. Título.

CDD: 22. ed.: 363.3493098115

---

**THAÍS BATISTA PORTELA**

**ANÁLISE DO CRESCIMENTO DA MALHA URBANA E OS FENÔMENOS DE ENCHENTES NA CIDADE DE MARABÁ A PARTIR DOS NÚCLEOS MARABÁ PIONEIRA, NOVA MARABÁ E CIDADE NOVA.**

Data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Conceito: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Msc. Abraão Levi dos Santos Mascarenhas – Orientador.  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

---

Prof. Dr. Marcus Vinícius Mariano de Souza  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

---

Prof. Msc. Gustavo da Silva  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

**Marabá/PA**

**2016**

Dedico este trabalho em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada, questionando realidades e propondo sempre um novo mundo de possibilidades. Em segundo lugar a minha família, professores e colegas que me ajudaram na conclusão da monografia, e por fim, a todos profissionais de Geografia que amam essa ciência.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A Universidade Federal do Sul e sudeste do Pará, ao seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior.

Ao meu orientador, professor Msc. Abrãao Levi dos Santos Mascarenhas, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Ao professor Dr. Marcos Vinícius, pelos seus conselhos e incentivos que de maneiras direta e indireta me fizeram continuar.

Aos meus amigos que de maneira direta e indiretamente fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes na minha vida com certeza, o meu sincero, obrigada.

“Portanto, quem ouve estas minhas palavras e as põe em prática é como um homem sensato, que construiu sua casa sobre a rocha. Caiu a chuva, vieram as enchentes, os ventos deram contra a casa, mas a casa não desabou, porque estava construída sobre a rocha. Por outro lado, quem houve estas minhas palavras e não as põe em prática é como um homem sem juízo, que construiu sua casa sobre a areia. Caiu a chuva, vieram as enchentes, os ventos sopraram e deram contra a casa, e ela desabou, e grande foi a sua ruína!” (Mateus 7: 24 a 27).

## **RESUMO**

Este trabalho trata do crescimento da malha urbana em relação aos fenômenos de enchentes no município de Marabá, situado no Sudeste do Estado do Pará, ao Norte do Brasil, que se originou, às margens do rio Tocantins, no período do século XIX, o que promoveu a sobrevivência dos primeiros moradores da cidade, mas que, provocou alterações no regime de cheias, que condicionaram desde pequenas a grandes inundações em diversos pontos da mesma, principalmente nos bairros denominados como: Velha Marabá, Nova Marabá e Cidade Nova. Além disso, as transformações ocasionadas pela urbanização modificaram também a qualidade da água e transportaram maiores números de sedimentos ao corpo hídrico. Desse modo, o objetivo geral do presente trabalho é demonstrar que a cidade de Marabá cresceu/se assentou em ambiente propício a fenômenos de inundações, basicamente, pela baixa topografia do sítio urbano. Com isso, o método utilizado para a pesquisa se deu através do caráter analítico sistêmico, por se tratar de um estudo que analisa interação de inúmeros fatores condicionantes para a elevação do nível do rio Tocantins. Desta maneira, para a realização do trabalho foram utilizados dados: hidrográficos, geológicos, geomorfológicos e da vegetação da cidade em estudo, dos órgãos como: ANA (Agência Nacional de Águas), IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), MMA (Ministério do Meio Ambiente), INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), INFRAERO (Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária) e CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) e manipulação de dados geográficos com auxílio de software de geoprocessamento. Além do fundamento teórico que, incorporam uma visão sistêmica, podendo analisar e compreender o conjunto de paisagens naturais e sociais que constituem um espaço e sua relação, a partir das perspectivas de autores que contribuíram com informações importantes sobre o processo de ocupação da área em estudo. Através deste trabalho, foi possível analisar que, as formações de enchentes na área em estudo vão além das características físicas, como a topografia do sítio urbano, mas também através das modificações naturais na drenagem no curso d'água através das pavimentações da cidade, diminuição da biota, favorecendo as inundações no espaço urbano afetando a qualidade ambiental e os moradores dos espaços que são atingidos pelas mesmas.

**Palavras-chave:** Rio; Enchentes; Urbanização.

## LISTA DE FIGURAS



Figura 1- Ciclo hidrográfico .....	19
Figura 2 - Enchente, Inundação e Alagamento. ....	20
Figura 3 - Seções de escoamento das águas de chuvas. ....	23
Figura 4 - Censo demográfico de Marabá/PA dos anos de 1991, 2000, 2007 e 2010. .....	33
Figura 5 - Vazão máxima em m <sup>3</sup> /s da categoria normal do rio Tocantins em Marabá .....	41
Figura 6 - Geologia de uma parte do espaço de Marabá/PA. Barreiras (depósitos aluviais/ aluviões indiferenciados ou antigos) em cima do Couto Magalhães (Rochas Metamórficas). ....	42
Figura 7 - Encontro dos rios Tocantins e Itacaiúnas.....	53
Figura 8 - Evolução Urbana na Área de Estudo nos anos de 1984. ....	53
Figura 9 - Evolução Urbana na Área de Estudo nos anos de 2002 .....	55
Figura 10 - Evolução Urbana na Área de Estudo nos anos de 2010. ....	56
Figura 11 - Esgoto despejado próximo ao leito do rio Tocantins. ....	58
Figura 12 - Mapa de Simulação de Enchente até a cota 80. ....	61
Figura 13 - Mapa de Simulação de Enchente até a cota 82. ....	62
Figura 14 - Mapa de Simulação de Enchente até a cota 84. ....	62
Figura 15 - Mapa de Simulação de Enchente até a cota 88. ....	63
Figura 16 - Erosão do solo na parte oeste da cidade de Marabá .....	64

## **LISTA DE MAPAS**

Mapa 1 - Perímetro urbano de Marabá/PA.....	28
Mapa 2 – Canais fluviais ocupados pelos núcleos urbanos de Marabá/PA .....	34
Mapa 3 - Mapeamento geológico da cidade de Marabá/PA. ....	43
Mapa 4 - Mapeamento geomorfológico da cidade de Marabá/PA. ....	46
Mapa 5 - Vegetação e Ocupação do Solo na Área de Estudo.....	49

## **LISTA DE GRAFICOS E TABELAS**

Gráfico 1 – Extrato do Balanço Hídrico Mensal da cidade de Marabá/PA (Excedente hídrico).....	36
Gráfico 2 – Extrato do Balanço Hídrico Mensal da cidade de Marabá/PA (Queda hídrica).....	37
Gráfico 3 – Extrato do Balanço Hídrico Mensal da cidade de Marabá/PA (Julho e Agosto) .....	37
Gráfico 4 - Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do Ano na cidade de Marabá/PA.....	39
Gráfico 5 - Geologia da cidade de Marabá/PA (%)......	45
Tabela 1 - Evolução Populacional na cidade de Marabá nos anos de 1991 a 2010.	33
Tabela 2 - Valores e Intervalos Mensais da Categorização de Vazão na cidade de Marabá/PA (m <sup>3</sup> /s).....	41
Tabela 3 - Número de pessoas atingidas em relação ao nível alcançado das enchentes na cidade de Marabá .....	63

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANA – Agência Nacional de Águas

COSANPA – Companhia de Saneamento do Pará

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

GPS – Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária

MMA – Ministério do Meio Ambiente

SIG – Sistema de Informações Geográficas

## **SUMÁRIO**

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>15</b>
<b>1. METODOLOGIA DE PESQUISA.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>18</b>
<b>2. PROCESSOS HIDROLÓGICOS ATUANTES NA CIDADE DE MARABÁ. ....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 CHEIAS .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 INUNDAÇÕES .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3 ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>32</b>
<b>3. COMPONENTES FÍSICO-GEOGRÁFICOS ESTRUTURA FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1. RIO TOCANTINS E BALANÇO HÍDRICO DE MARABÁ/PA.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2. GEOLOGIA GERAL DA ÁREA EM ESTUDO .....</b>	<b>42</b>
<b>3.4. VEGETAÇÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>52</b>
<b>4. RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E SOCIAL DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1 A RELAÇÃO DA OCUPAÇÃO DO SOLO E ENCHENTES.....</b>	<b>52</b>
<b>4.2 OS PROBLEMAS ACARRETADOS PELAS ENCHENTES .....</b>	<b>59</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>68</b>

## INTRODUÇÃO

Diversas cidades buscaram como estratégia a instalação de suas moradias próximas aos rios como meio de subsistência dos moradores, pois eram através de seu leito que se desenvolvia suas principais atividades econômicas e existenciais, como: a busca de alimentos, a realização de tarefas domésticas, bem como a comercialização e, também seus momentos de recreação. Assim, as pessoas foram assentadas em locais inapropriados geomorfologicamente e com o passar do tempo às ações antrópicas foram alterando as características físicas dos corpos d'água, através do processo de urbanização. Com isso, a dinâmica de retenção natural da água, que faz parte do funcionamento do ciclo hidrológico, foi sendo alterada aumentando proporcionalmente o risco de inundações.

Em relação a esse cenário, com o crescimento da população ocorre também, o crescimento da malha urbana, juntamente com a desorganização no seu modo de apropriar-se do espaço, o que, por conseguinte altera o uso do solo. Dessa maneira, as intervenções urbanísticas fez com que em alguns lugares, as drenagens naturais dos cursos d'água fossem modificadas, o que conseqüentemente possibilitaram maior número de inundações, provocando impactos negativos no cotidiano de muitas comunidades que estão localizadas próximas a rios. Sobre esse contexto Tucci (2001, p.70) afirma que, “as enchentes urbanas constituem-se em importantes impactos sobre a sociedade. Esses impactos podem ocorrer devido à urbanização ou à inundação natural da várzea ribeirinha”. Ainda em relação aos impactos gerados pelas inundações, os mesmos não afetam somente os campos sociais como também econômicos e ambientais.

Como inúmeras cidades que foram inicializadas próximas a rios, o município de Marabá que está localizado no Sudeste do Estado do Pará, ao Norte do Brasil, também se originou a margens dos rios Tocantins e Itacaiúnas. O povoamento do

mesmo se deu pelo final do período do século XIX, e como passar dos anos, devido à evolução populacional houve alterações no regime de cheias, o que acarretou desde pequenas a grandes inundações na cidade.

Desse modo, a presente pesquisa vem com o objetivo de demonstrar como a cidade de Marabá/PA, cresceu se assentando em ambiente propício a fenômenos de inundações, a partir dos estudos de caso nos núcleos: Marabá Pioneira, Nova Marabá e Cidade Nova. Através de análises da interação do uso do solo e a formação das cheias na malha urbana com a utilização do SIG (Sistema de Informações Geográficas), e os respectivos dados geográficos do regime fluvial do rio Tocantins.

Ressaltando que, a problemática das enchentes na cidade como processo natural, podem trazer também consequências negativas no quesito ambiental, social e econômico, quando a mesma os atingem danificando patrimônios públicos e privados, freando a comercialização e sua circulação, causando risco de contaminação e proliferação de algumas doenças, etc.

Nas bacias hidrográficas em geral ocorrem cheias naturais, porém quando há ações antrópicas as cheias podem tomar proporções catastróficas, levando a inundações, como afirma Azevedo (2007, p.01):

Todas as áreas do planeta são influenciadas pelas ações da natureza. No entanto, espaços existem com características próprias (zonas litorais, zonas ribeirinhas, zonas sísmicas, zonas vulcânicas, etc.) que os tornam mais susceptíveis de serem fortemente condicionadas, pelas características da natureza. Os efeitos destas ações exercidas pelos elementos naturais, normalmente, não rompem o equilíbrio dos sistemas naturais, contudo, quando esses mesmos espaços são ocupados pelo Homem, os efeitos dos elementos naturais nos sistemas humanos, podem assumir uma dimensão catastrófica.

Em relação às inundações que vem ocorrendo no município de Marabá/PA, uma das mesmas que assumiu uma dimensão catastrófica, foi a do ano de 1980, considerada a maior enchente da história da cidade, na qual o rio Tocantins ultrapassou seu leito maior, alcançando a planície de inundação deixando uma parcela da cidade com seu curso d'água, já que os moradores ocuparam áreas naturais propícias a inundações, devido a sua falta de conhecimento na dinâmica fluvial, alterando a drenagem natural do curso d'água, empobrecendo o solo devido à

falta da capacidade de infiltração da água das chuvas em ocorrência das pavimentações, aumentando a velocidade do escoamento das águas, entre outros fatores que a ação antrópica tem participação.

Dessa maneira, na necessidade de solucionar ou controlar os impactos socioambientais que as inundações geram na cidade de Marabá/PA, devido à falta de um planejamento de ordenamento ambiental e também na perspectiva de conhecer e compreender a dinâmica fluvial, regularidade da vazão, a cobertura vegetal, os índices morfométricos do rio Tocantins e sua interação com as interferências e perturbações da urbanização que alteraram de forma negativa a dinâmica de retenção natural de processamento dos cursos d'água dessa cidade, tem-se por pergunta de pesquisa: Quais os fatores naturais que ocasionam os fenômenos das enchentes que atingem periodicamente a cidade de Marabá? A evolução da malha urbana não levou em conta a dinâmica hidrogeomorfológica por isso sofre com os problemas ambientais decorrentes dos fatores físico-naturais.

A presente pesquisa busca analisar os fatores físicos-naturais e as formas de uso e ocupação do solo no contexto da dinâmica ambiental e social dos núcleos Marabá Pioneira, Nova Marabá e Cidade Nova.

- Analisando através do Sistema de Informações Geográficas (SIG) a interação do uso do solo com a formação de enchentes na bacia hidrográfica Tocantins/Araguaia;
- Investigando a dinâmica fluvial do rio Tocantins, seu balanço hídrico, vazão, cobertura vegetal, índices morfométricos, valores hidrológicos recorrentes no período de 1980, 2000 e 2014;
- Compreendendo os indicadores sociais da cidade de Marabá: sua evolução populacional e renda per capita com interferência diretas aos processos hidromorfológicos da cidade.

Neste sentido o presente trabalho está organizado em quatro capítulos, sendo que:

- No primeiro capítulo intitulado como: Metodologia de pesquisa. São apresentados o método e as metodologias utilizadas para pesquisa, descrevendo os instrumentos e procedimentos utilizados para coletas e análise de dados, justificando o uso de tais instrumentos e procedimentos;
- No segundo capítulo: Processos hidrológicos atuantes na cidade de Marabá/PA. São apresentados conceitos e definições de cheias e inundações e quais suas principais diferenças e como a ação antrópica interfere na drenagem natural dos cursos d'água, apresentando a área de estudo;
- No terceiro capítulo: Estrutura física da área de estudo. São feitas as descrições dos parâmetros ambientais (balanço hídrico do rio Tocantins, regularidade da vazão, cobertura vegetal, dinâmica fluvial do rio Tocantins) e sociais (evolução populacional) que se desenvolvem na cidade de Marabá nos períodos históricos e as ações do rio Tocantins, como as cheias afetam os moradores ali presentes.
- No quarto capítulo: Resultados do diagnóstico ambiental e social da área de estudo. São apresentados os resultados do diagnóstico ambiental e social da pesquisa realizada em relação ao uso e ocupação do solo da cidade de Marabá somando aos fatores ambientais condicionantes para formação de enchentes no espaço urbano e a conclusão chegada.

## **CAPÍTULO I**



## 1. METODOLOGIA DE PESQUISA

Estudando questões relacionadas aos fatores físico-naturais e o uso inadequado do solo da cidade de Marabá/PA, devido à falta de conhecimento da sociedade em relação à dinâmica fluvial do rio Tocantins, o que acarretou em condições favoráveis para formações de enchentes no espaço urbano do município, mais precisamente no contexto da dinâmica ambiental e social dos núcleos Marabá Pioneira, Cidade Nova e Nova Marabá, apresentou-se a necessidade de utilizar a metodologia de análise sistêmica, ou seja, compreender através de análises da área em estudo a sua dinâmica temporal, incluindo a totalidade de fatores que são relevantes para chegar ao resultado de quais fatores naturais somando com as ações antrópicas, criam condições favoráveis para formação de enchentes na cidade de Marabá/PA.

Levando em consideração, o pressuposto sistêmico analisado por Kasper (2000, p.270), o procedimento sistêmico de investigação:

Adotar como fundamento de investigação a suposição de que para a compreensão da complexidade é necessário incluir a totalidade de fatores relevantes ao conteúdo ou unidade complexa em estudo, bem como, suas interações e interdependências.

Na presente pesquisa foram analisados diversos fatores que compreendem o conjunto de paisagens naturais (dinâmica fluvial, regularidade da vazão, balanço hídrico, cobertura vegetal) e sociais (evolução populacional e a urbanização), que constituem a cidade de Marabá/PA e a relação existentes entre os mesmos, para alcançar o resultado esperado, que é saber se o uso inadequado do solo cria condições favoráveis para a formação de enchentes na cidade de Marabá.

Pensar e analisar de forma sistêmica para Silva (2008, p.21), implica em considerar que todos nós estamos inseridos nos processos cíclicos da natureza e que deles dependemos para subsistir. Segundo a autora:

A teoria dos sistemas envolve uma nova maneira de ver o mundo e uma nova forma de pensar, conhecida como “pensamento de sistemas” ou “pensamento sistêmico”. Significa pensar em termos de relações, padrões e contexto. O pensamento sistêmico foi elevado a um novo patamar nos últimos vinte anos com a criação da teoria da complexidade, uma nova linguagem

matemática e um novo conjunto de conceitos para descrever a complexidade dos sistemas vivos.

As estruturas dos sistemas vivos (natureza e social) acabam sendo em muitos casos, resultado das interações e interdependências de suas partes. Desse modo, a utilização do pensamento sistêmico na presente pesquisa, foi com o objetivo de integrar disciplinas (geologia, geomorfologia, hídrica, social histórica e processual) e descobrir semelhanças entre esses diferentes fenômenos que chegassem, à resposta de como o uso e ocupação do solo da cidade de Marabá/PA, somado com as atividades naturais já existentes, contribuem para formação de enchentes no espaço urbano da mesma.

Além disso, para o desenvolvimento deste trabalho foram estabelecidos diálogos com autores, como: Tucci (2001), Pereira (2007), entre outros, que sustentam a mesma temática com visão sistêmica e que apresentam informações bibliográficas sobre o processo de ocupação da cidade de Marabá/PA.

O processo metodológico foi dividido nas etapas seguintes apresentada abaixo:

1. Levantamento bibliográfico com foco em: Bacias hidrográficas, inundações como meio de ter base teórica para o desenvolvimento da pesquisa;
2. Construção de banco de dados georreferenciado que subsidiaram as análises espaciais com uso de sistemas de informação geográfica, em especial do uso do software QGIS versão 2.6.
3. Levantamento de dados, sobre fatores hidrodinâmicos e cobertura vegetal.
4. Pesquisas sobre o balanço hidrológico recorrente aos períodos de 1980 a 2014;
5. Pesquisas sobre o social da cidade de Marabá: sua evolução populacional e renda per capita com interferência diretas aos processos da cidade.

Durante a realização das pesquisas *in lócus* que foram realizadas às margens do rio Tocantins, em diferentes pontos da cidade, houve capturas de fotos, para

registro necessário dos recursos naturais e antrópicos, que foram encontrados em cada ponto trabalhado. Cadernetas, para anotações do que foi observado, coletado pontos de GPS (Sistema de Posicionamento Global), para a realização da construção de mapas com a manipulação de dados raster e vetor (são informações que vem seguida de dados espaciais) com auxílio de software de geoprocessamento, bem como o uso do Software GPS *Utility* para descarregar os pontos coletados em campo *waypoint* para a construção dos arquivos na extensão *shapefiles* e tabelas a partir dos dados coletados em campo. E através da análise/interpretação de imagens de satélites Landsat-TM 7, que o INPE disponibiliza, porém estas precisaram ser georeferenciadas, ou seja, precisam que o usuário defina as coordenadas: sejam elas geográficas (latitude e longitudes) ou UTM, construídas com coordenadas plano-retangulares, servindo como um importante mecanismo de análise ambiental, harmonizando o uso e ocupação da terra pelo homem.

Além disso, a pesquisa em campo se deu processualmente, pois a cada percurso do rio Tocantins era levantado ponto do campo, feito anotações e registros fotográficos, facilitando assim, o trabalho em laboratório e confecções dos mapas temáticos.

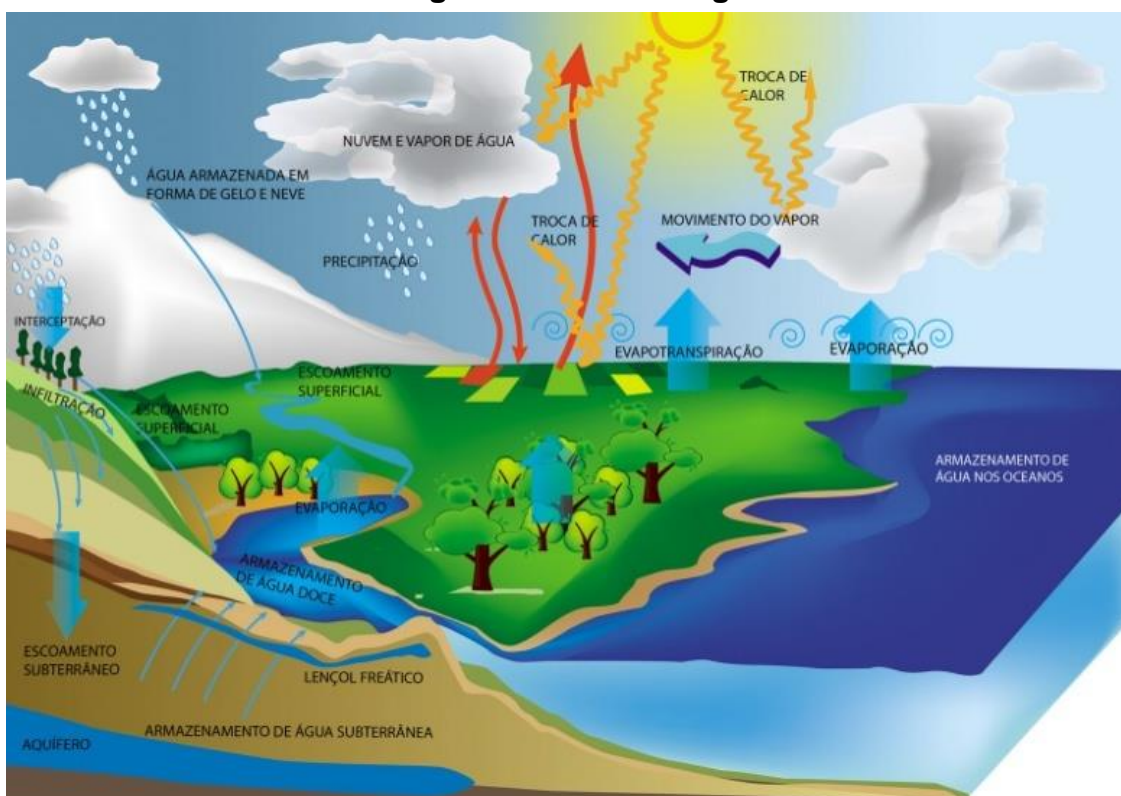
## CAPÍTULO II

### **2. PROCESSOS HIDROLÓGICOS ATUANTES NA CIDADE DE MARABÁ.**

O ciclo hidrológico ou também conhecido como ciclo da água, é um fenômeno natural composto pela água nos seus diversos estados físicos (sólido, líquido e

gasoso), que está entre a camada da atmosfera e a Terra. Através do ciclo hidrológico acontece a drenagem natural dos cursos d'água, devido à transformação e circulação da água nos casos de evaporação, precipitação, interceptação, infiltração e escoamento superficial, que se dá de maneira diferente em cada parte do planeta, dependendo do ambiente, do clima, da vegetação, do solo de cada lugar, como mostra a figura 1, a seguir:

**Figura 1- Ciclo hidrográfico**



**Fonte: Engenharia Onde Já Civil... , 2011.**

O sol e sua energia é um dos componentes fundamentais para o funcionamento do ciclo hidrológico, pois é através da energia solar que provoca a evaporação das águas dos rios, mares e oceanos, sendo fundamental à ordem do planeta, o fato é que todo planeta sofre influências das ações geradas pela natureza, então, conseqüentemente não existe rio sem cheias, já que são conseqüências naturais provocadas pelo ciclo hidrológico.

Nesse contexto e por sua vez, durante o processo de urbanização da cidade de Marabá/PA, houve conseqüentemente a diminuição da cobertura vegetal,

alterando a dinâmica natural da água, aumentando as condições para produção de enchentes no espaço urbano, como é possível compreende com Pereira (2007, p.12), ao afirma que:

A dinâmica de retenção natural da água que faz parte do funcionamento do ciclo hidrológico desempenha um papel de grande funcionalidade que promove o retardamento da elevação do nível das águas nas calhas dos rios e, portanto, reduzindo os volumes disponíveis para os escoamentos superficiais, reduz propositalmente o risco de enchentes.

Dessa forma é possível afirma que, quantitativamente a presença da biota (vegetação) ajuda no retardamento da elevação das águas, eleva a quantidade de infiltração das águas precipitadas, diminui o volume a ser direcionado para o escoamento superficial em direção ao corpo hídrico, diminuindo o risco de inundações e dos seus possíveis riscos. Contudo, durante o processo de urbanização ocorre ao contrário, o que aumenta propositalmente as inundações no espaço urbano.

Salienta-se a importância de saber a diferença das cheias ou enchentes, inundações e alagamentos, como é possível percebe na sequencia na figura 2, todas implicam em acidentes com danos pessoais e materiais, por isso, normalmente encontra-se dificuldade em distingui-las de forma correta.

**Figura 2 - Enchente, Inundação e Alagamento.**



Fonte: Proteção e Defesa Civil São Bernardo do Campo, 2012.

As cheias (enchentes) atingem a cota máxima do canal (leito maior) sem transbordamento, dependendo de inúmeros fatores:

- Declividade da bacia,
- Questões ambientais que a compõe,
- Fatores antrópicos existente próximo à bacia hidrográfica, etc.

Já nas inundações os acontecimentos tomam proporções bem maiores chegando até mesmo se tornarem em grandes catástrofes quando tem casos de sociedade localizada em área de risco (planície de inundação ou área de várzea), pois há o extravasamento do canal. Atingindo muitos moradores, pois são assentados em locais inapropriados gerando riscos pessoais e materiais e, através das ações urbanísticas desenvolvidas em cima da planície de inundação há uma contribuição para o agravamento do fenômeno, já que esses tipos de atividades impedem o rio de tomar o seu curso normal, alterando completamente a drenagem natural, impossibilitando a natureza de exercer sua atividade como deveria ser.

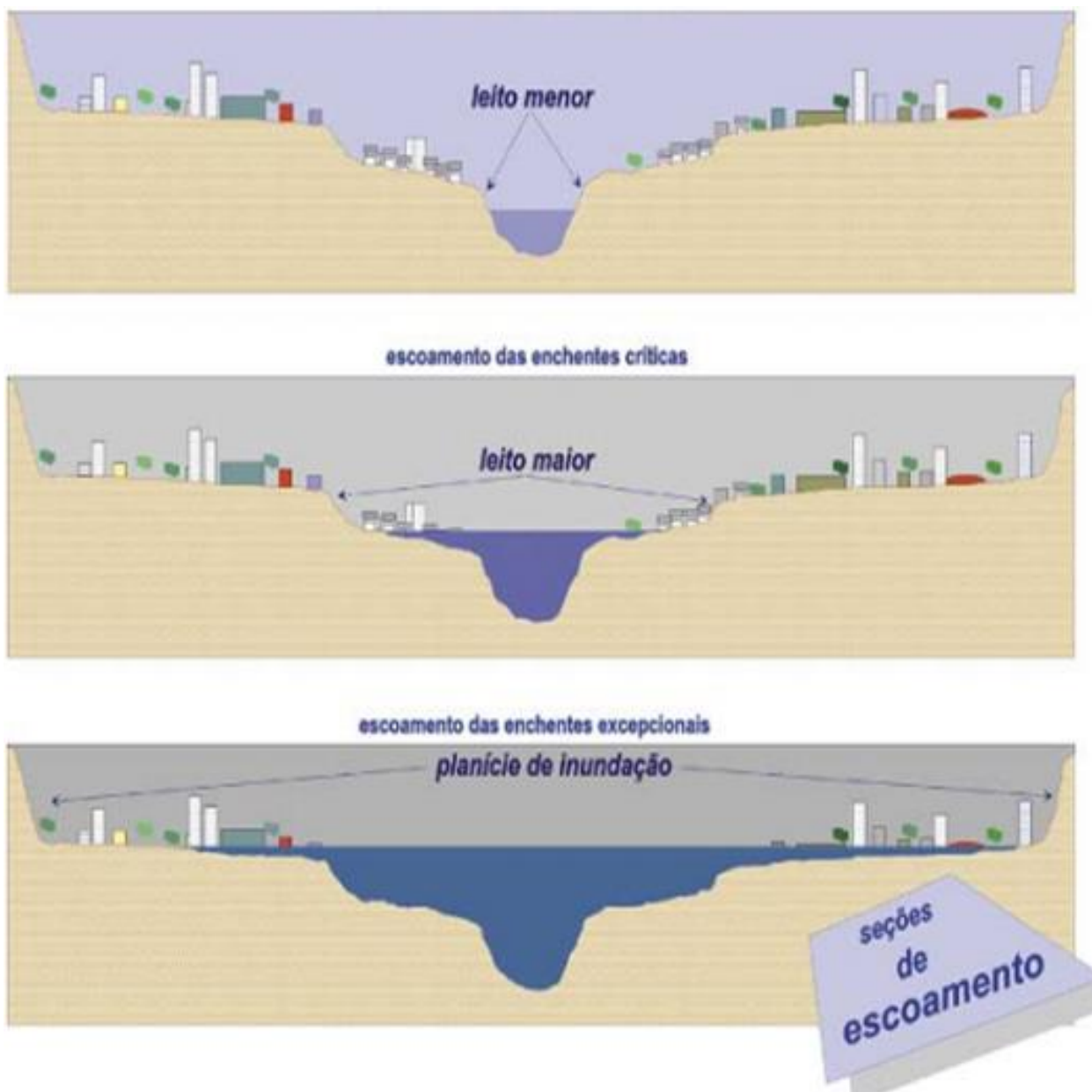
Normalmente o surgimento das cidades se dá em períodos de estiagem e próximas a rios, ou seja, em áreas de planície de inundações, resultando numa surpresa muitas vezes alarmante para a sociedade quando o rio extrapolava seu leito maior, gerando desconforto, prejuízos e até mesmo perdas de vidas humanas. E os alagamentos são acúmulos momentâneos de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem natural.

## **2.1 CHEIAS**

Para se entender melhor as cheias é necessário que se tenha uma noção do que seja uma bacia hidrográfica e como se dá o processo da cheia no seu sistema. A bacia hidrográfica é como se fosse um recipiente onde ficam “armazenadas” as águas que são precipitadas, elas são formadas pela fisiografia fluvial, ou seja, pelos tipos de leitos: o leito menor, que normalmente a água corre em sua maior parte do tempo, o leito da vazante, que se concentra na linha de maior profundidade da bacia, que

também é chamado de talvegue, e o leito maior, que é alcançado durante o período de cheias, como é possível perceber a seguir na figura 3. A delimitação de uma bacia hidrográfica se dá pelos seus divisores de água, localizados na parte mais alta do terreno, se tornando o condutor da água precipitada até chegar ao rio principal, que fica na área mais baixa do terreno. Então, as cheias ocorrem quando as águas de uma bacia hidrográfica ultrapassam o seu leito menor, chegando assim, ao leito maior.

**Figura 3 - Seções de escoamento das águas de chuvas.**



Fonte: COSTA, 2001, p.15.

As águas precipitadas são conduzidas até a área mais baixa do terreno, que nós denominamos de escoamento superficial, onde corre o rio principal, levando em consideração o processo do ciclo hidrológico, o que faz com que parte dessas águas precipitadas seja infiltrada nos solos com ajuda das raízes das árvores e interceptadas pelas folhagens da cobertura vegetal do terreno, outra parte seja evaporizada dependendo do clima do ambiente em que a bacia hidrográfica está inserida, o conjunto desses acontecimentos forma a drenagem natural.



E pela quantidade de águas precipitadas e também pela quantidade de cobertura vegetal existente, para recepção e retenção de uma parcela dessa água que se cria condições favoráveis à formação de enchentes, assim como Costa (2001, p. 15) esclarece ao afirmar que:

Pode-se constatar que quanto maior for a retenção na cobertura vegetal e a infiltração das águas de chuva, menor será o volume excedente disponível para o escoamento superficial e, a princípio, pressupõe-se menor chance de ocorrência de enchentes e inundações. Deve ficar claro que tudo dependerá da quantidade de chuva, dos limites das capacidades de retenção superficial, das taxas de infiltração características do solo existente e das chuvas antecedentes.

Então, é necessário analisar os diversos fatores que contribuem para a formação de enchentes, a quantidade de precipitações pluviométricas (as chuvas) em um determinado terreno e, a capacidade que esse terreno tem de infiltrar essa água. Portanto, as bacias hidrográficas influenciam e são influenciadas na modificação do meio em que estão inseridas, ou seja, elas são um sistema aberto, sofrendo assim, influências do que está ao seu redor, principalmente nas características dos seus cursos d'água e na probabilidade de cheias, por isso que cada bacia hidrográfica tem sua particularidade, como afirma Azevedo (2007, p.2):

O estudo das cheias é condicionado por um conjunto de elementos e condições, uma vez que o desenvolvimento da rede hidrográfica é a consequência directa dos factores (sic) que condicionam o escoamento. O regime climático, a (im)permeabilidade do solo, as características, o grau e o tipo de ocupação e a utilização dos vales inundáveis à escala da bacia hidrográfica são os principais factores (sic) a ter em conta na ocorrência de cheias.

Portanto, as cheias são processos naturais, que podem ser agravadas de acordo com as modificações antrópicas no meio natural e, possíveis causadoras de inundações que provocam desconfortos e prejuízos na sociedade localizada próxima aos leitos dos rios.

## **2.2 INUNDAÇÕES**

As inundações são diferentes das cheias pelas consequências desastrosas socialmente e economicamente que ocasionam. Podendo provocar até mesmo danos

de grandes proporções de acordo com a quantidade de água transbordada de um rio. Isso se dá pelo o extravasamento do canal fluvial, ocasionado pelo excedente número de precipitações pluviométricas (chuvas) e de longa duração em determinada bacia hidrográfica, podendo ser agravadas pelas ações antrópicas e suas modificações no solo, normalmente se tornando algo de grande proporção catastrófica, dependendo da vulnerabilidade que a bacia hidrográfica tem ao ficar exposta a essas alterações antrópicas. Tucci (2007, p.4) ressalta alguns dos impactos causados por esses transbordamentos do rio de acordo com o aumento da urbanização, são eles:

[...] Aumento das vazões máximas (em até 7 vezes, Leopold, 1968) devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies;  
[...] Aumento da produção de sedimentos devido a desproteção das superfícies e a produção de resíduos sólidos (lixo);  
[...] E a deterioração da qualidade da água, devido a lavagem das ruas, transporte de material sólido e as ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial.

Por isso, existe uma necessidade de um planejamento urbano ambiental para a ocupação sem danos, evitando desconfortos e problemas mais graves por conta das enchentes e inundações de um determinado rio.

Se o curso d'água for alterado pelas ações antrópicas conseqüentemente vai aumentar o risco de inundações, como mencionado anteriormente, principalmente porque uma parte da sociedade que mais sofre são as de baixas rendas que, geralmente faz suas moradias em áreas de riscos (área de inundação), devido à falta de conhecimento dos riscos que estão envolvidos e, pela falta de responsabilidade das autoridades estabelecidas na criação de um planejamento urbano ambiental para a ocupação do espaço, que estabeleça uma localidade de segurança para a sociedade em que ali vai residir, garantindo o seu bem estar e, ainda assim, estabelecer o desenvolvimento da malha urbana de maneira adequada.

As cidades geralmente surgem nas margens dos rios pensando nas questões econômicas e culturais, procurando a facilidade de sua expansão utilizam as áreas de riscos, diminuindo a parcela de absorção das águas que são precipitadas no solo, em consequência das pavimentações de ruas e os telhados construídos, ou seja, o solo passa a se tornar uma superfície impermeável, alterando e modificando o curso

d'água, aumentando a velocidade do escoamento das águas das chuvas em direção à bacia hidrográfica e levando consigo uma grande quantidade de sedimentos.

Além disso, para a realização desse tipo de pavimentações é necessário à diminuição da biota (vegetação), e com isso a perda do processo natural de amortecimento da queda d'água no solo, da infiltração e, da interceptação, onde maior parte da água era retida nas folhas e outra parte era infiltrada no solo através das raízes das árvores, diminuindo assim, conseqüentemente o abastecimento do lençol freático, ou seja, as árvores podem ser comparadas a uma grande esponja, onde uma grande parte d'água das chuvas é retida nas suas folhagens, levando a infiltração e abastecimento do lençol freático e sem elas diminuiria a quantidade de água do lençol freático. Segundo Pereira (2007, p. 15) o processo de urbanização:

[...] ocorre através do aterro de áreas alagáveis redução de áreas verdes, impermeabilização do solo, alteração da drenagem natural e canalização dos corpos d'água. Árvores, vegetações rasteiras e plantações que interceptam e absorvem a chuva são removidas e depressões naturais que formavam pequenos reservatórios naturais são substituídos no processo de compactação do terreno e uniformização da declividade causada pela passagem das chuvas. Desta forma, o local perde a capacidade de retenção do escoamento e a chuva é mais rapidamente convertida em escoamento superficial agora em quantidades cada vez maiores. Quanto maior a transformação e a modificação da superfície dos terrenos, tornando-os menos permeáveis à infiltração das águas e diminuindo a capacidade de retenção natural, maior será a parcela contribuinte para os escoamentos superficiais e maior a probabilidade de inundações.

Devido à habitação irregular de comunidades na área de risco (planície de inundação), os padrões de drenagens naturais do rio acabam sendo alterados, mudando consideravelmente o processo do ciclo hidrológico natural, proporcionando maior probabilidade de inundações. Dessa forma a urbanização desordenada, por si só se torna um fator agravante das inundações, porque o solo urbanizado passa a ser compactado diminuindo consideravelmente a porosidade do mesmo, acarretando assim, a diminuição ou até mesmo zerando o processo de infiltração das águas precipitadas, conseqüentemente gerando maior quantidade de volume do escoamento superficial.

Dessa maneira, salienta-se a necessidade de se haver um ordenamento urbano ambiental para a ocupação de um determinado espaço, principalmente para

detectar áreas de riscos de uma bacia hidrográfica. O núcleo Marabá Pioneira da pesquisa em questão alterou a dinâmica da drenagem do curso d'água, pois através do uso e ocupação do solo em área de inundação a redução das matas ciliares, influenciou na redução do volume dos rios e da biodiversidade, reduzindo a evapotranspiração e assim, as precipitações, além da redução da absorção das águas que são precipitadas, devido à impermeabilização de uma boa parte do solo, o que aumentou o escoamento superficial, reduzindo as águas subterrâneas, agravando o efeito das inundações do núcleo durante chuvas intensas.

Por isso, na tentativa de solucionar os problemas que ocorriam no núcleo Marabá Pioneira, através de um projeto o governo federal decidiu transferir a população desse núcleo, em decorrência das enchentes periódicas, para os núcleos Cidade Nova e Nova Marabá, utilizando o PDUM (Plano de Desenvolvimento Urbano de Marabá).

Essas enchentes que são agravadas pelo desordenamento ambiental, geram desastres que afetam diretamente os moradores que se encontram em áreas de risco, com destruição de patrimônios públicos e privados, doenças acarretadas pelas águas contaminadas com resíduos sólidos, fezes e urina de animais, sem contar nos casos mais agravantes, que chegam a levar pessoas a óbito.

Segundo Peiter (2012, p.68), a ocupação de áreas de riscos, deve ser analisada para segurança e bem comum de um todo. Segundo o autor:

Estas ocupações inadequadas do espaço urbano devem ser tratadas e fiscalizadas por lei, de acordo com as Leis Federais nº 4.771/65 (Código Florestal) e nº 6.766/79 (Parcelamento do Solo Urbano), por se caracterizarem, muitas vezes, de áreas de Risco ou de áreas de preservação permanente, áreas não apropriadas para residências familiares ou para a realização de empreendimentos imobiliários.

Sendo assim, é necessário pensar nas políticas que busquem uma gestão ambiental e coloquem em práticas atividades que intervenham nas enchentes, procurando amenizar ou controlar as consequências desse fenômeno.

### **2.3 ÁREA DE ESTUDO**

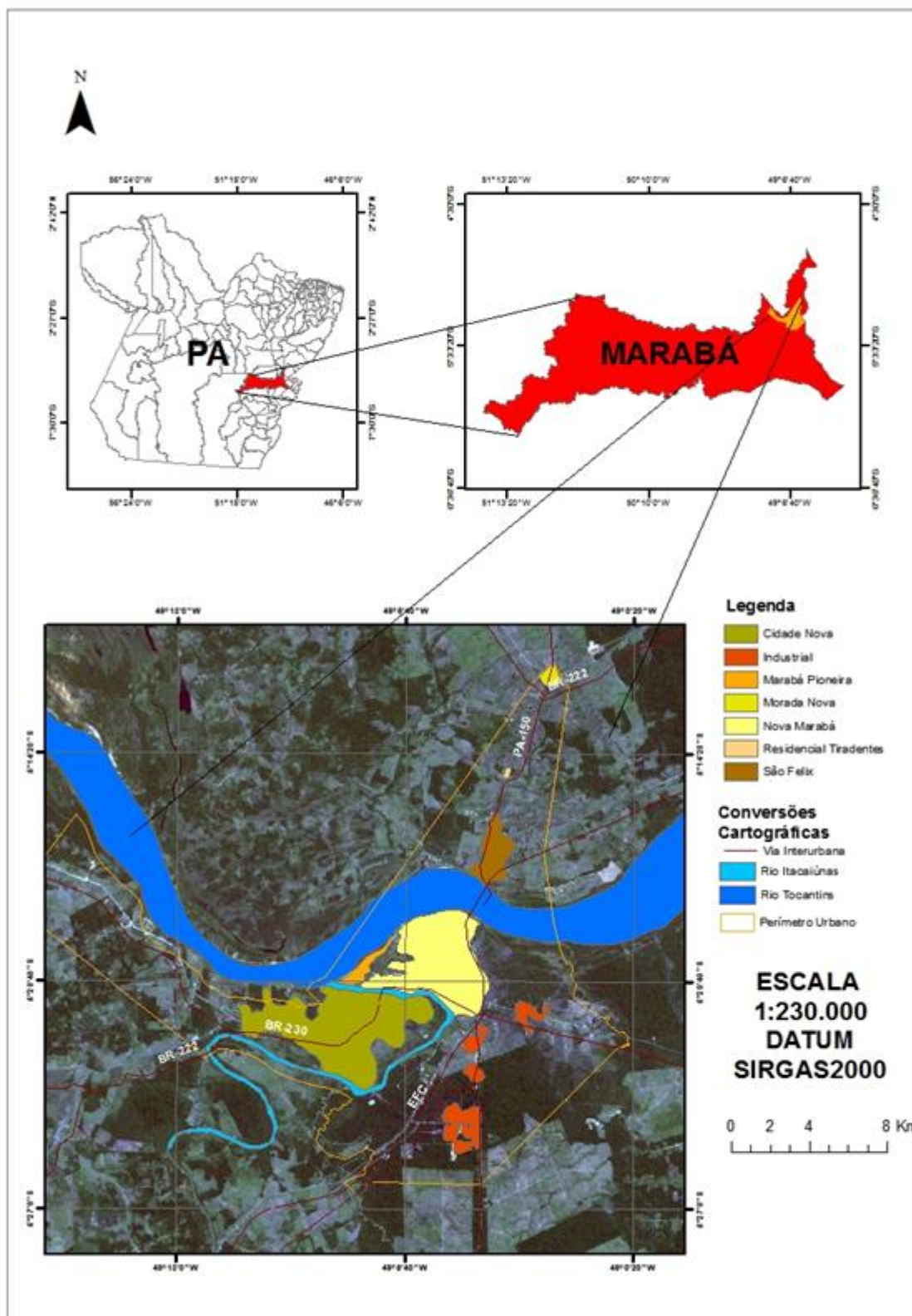
As cidades da Amazônia são conhecidas tradicionalmente por sua forte ligação aos rios e dependência dos mesmos para subsistência e manutenção da vida. A área delimitada para estudo possuía essas características na sua fase inicial. A cidade de Marabá fica localizada no Sudeste do Estado do Pará como apresenta a seguir o mapa 1. Seu povoamento se deu primeiramente nas margens do rio Tocantins e Itacaiúnas no núcleo urbano conhecido como “Marabá Pioneira”, onde há o encontro dos rios e posteriormente foi se expandindo para as outras partes da cidade, sempre em busca de seu desenvolvimento.

Em relação aos desastres naturais, em muitos casos os mesmos estão relacionados às ações antrópicas que podem acontecer em consequência da urbanização em áreas inadequadas como constata Costa (2012, p.20) ao aponta como um fator agravante na ocorrência desses desastres a ocupação das áreas vulneráveis, tornando-se segundo o autor “um dos maiores problemas devido à falta de planejamento urbano durante a ocupação dos espaços”, por isso é necessário haver um planejamento urbano ambiental para boa qualidade de vida da sociedade.

Na cidade de Marabá apenas no ano 2006, foi criado o Plano Diretor do Município visando um ordenamento ambiental e, com o passar dos anos a cidade foi crescendo em número populacional com a chegada de imigrantes de várias regiões brasileiras aumentando o número de áreas urbanizadas, pois a maioria dos migrantes que se deslocavam para a cidade estava em busca de emprego para melhoria de suas vidas.

A cidade de Marabá consta hoje com cerca de cinco núcleos urbanos, sendo: Marabá Pioneira, Nova Marabá, Cidade Nova, Morada Nova e São Felix, conjuntos residenciais como podemos ver no mapa a seguir.

### **Mapa 1 - Perímetro urbano de Marabá/PA**



Fonte: IBGE, 2010. Organização: Thaís B. Portela.

Geograficamente a cidade de Marabá/PA está na confluência de dois rios o Itacaiúnas e o Tocantins. Seus leitos eram fontes de economia, pois através dos mesmos que se comercializavam tanto as castanhas-do-pará (*Bertholletia excelsa*)

como diversos tipos de extrativismo vegetal e exploração mineral de acordo com cada período histórico.

Assim como em outras cidades, o município se viu enlaçado aos rios para manter sua fonte cultural e principalmente sua fonte econômica, já que eram desenvolvidas de forma dendrítica, ou seja, eram comercializados seus produtos através de circulações dos ribeirinhos pelas águas dos rios da cidade. E aos poucos foram se desenvolvendo outras maneiras de gerar renda e desenvolver a economia, principalmente depois da criação de estradas, rodovias e ferrovias, ou seja, o processo de abertura da Amazônia aumentou o contingente de colonização na cidade que vinham em busca de empregos conforme a citação abaixo.

O acelerado crescimento da população paraense, principalmente das regiões de Marabá e Tucuruí, deve-se ao processo de abertura da Amazônia e à atração de fortes contingentes migratórios do Nordeste e do Sul do País, ainda nos anos 1960. Os dados de 1980 já demonstram os efeitos exercidos pela instalação e/ou início de importantes obras públicas e projetos de impacto, como a Usina Hidrelétrica de Tucuruí, o Complexo Albrás/Alunorte, o Projeto Carajás (Ferro) e a crescente ampliação da malha viária. (FGV; MMA; ANEEL, 1998 apud Caderno da Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006MMA, 2006, p.60)

O uso inadequado do solo sofre com perdas de materiais em espaços urbanos recorrentes as dinâmicas naturais, acarretando grandes prejuízos. O foco principal da nossa área de estudo se dá no rio Tocantins, que em seu período de cheia invade várias partes da cidade em seus diferentes núcleos urbanos, pois sua dinâmica fluvial juntamente com a apropriação inadequada do solo na cidade gerou vários efeitos negativos de pequeno à grande porte. Atualmente a cidade possui cinco aglomerações urbanas, demonstrando assim, à proporção que o desenvolvimento da cidade chegou aos dias atuais. Sendo eles:

- Cidade Nova,
- Nova Marabá,
- Marabá Pioneira,
- São Félix,
- Morada Nova.

Os critérios utilizados para delimitação dos núcleos urbanos da cidade de Marabá/PA foram à manipulação de dados vetor (são informações que vem seguida de dados espaciais) da imagem de satélite que o INPE disponibiliza, com auxílio do Sistema de Informações Geográficas e bancos de dados dos núcleos da cidade de Marabá que foram constituídos através da análise/interpretação da imagem de satélite Landsat-TM 7, para tal definição.

Devido a esse aumento da malha urbana na cidade de Marabá/PA e, em alguns casos locados em áreas de riscos da mesma, assim os fenômenos das cheias passam a atingir as áreas construídas, pois a cidade não respeita esses limites naturais, ocasionando impactos negativos de diferentes graus, entre eles está: caos em alguns pontos do tráfego, isolamentos de bairros, principalmente no da Marabá Pioneira, por o mesmo ter sua topografia em 84,9m, perda de bens materiais, destruição de patrimônios públicos e privados, famílias desabrigadas, doenças acarretadas pelo contato com as águas contaminadas, poluição das águas para abastecimento do lençol freático, paralisação dos comércios que são atingidos pelas enchentes (afetando a economia local), assoreamento dos canais, mudança na qualidade da água, entre outros impactos.

Porém, é necessário analisar o diagnóstico ambiental quanto o social da área de estudo, para que assim, possam ter o conhecimento das cotas topográfico indicado para habitação evitando que as enchentes cheguem a atingir as moradias no espaço urbano da mesma, pois muitos problemas podem ser evitados com o conhecimento do espaço físico e geográfico, sendo assim, o aumento das enchentes são reflexos principalmente do uso desordenado do solo e, para o controle dos impactos ocasionados pelas enchentes é preciso o conhecimento desse diagnóstico. O próximo capítulo vem apresentar a estrutura física da área de estudo para que por seguinte possa se ter o diagnóstico ambiental e social através de análises de dados.



## CAPÍTULO III

### 3. COMPONENTES FÍSICO-GEOGRÁFICOS ESTRUTURA FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO

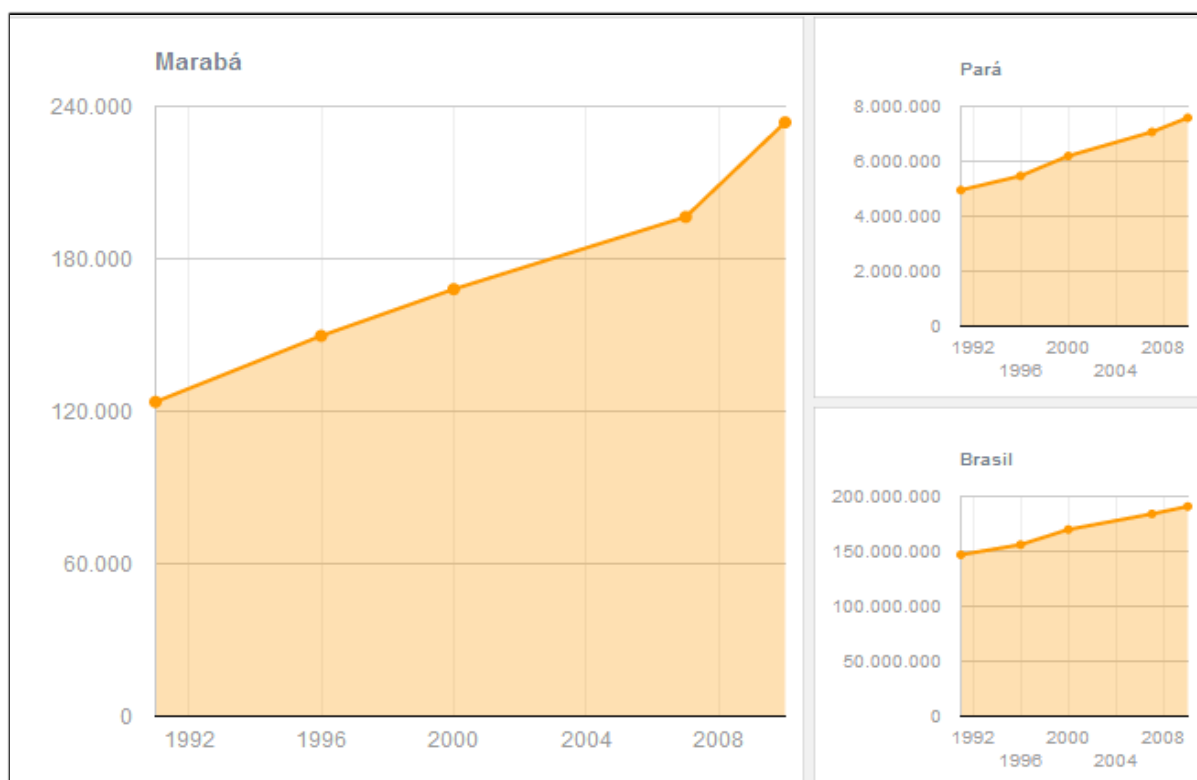
A área de estudo tem suas características peculiares, esse capítulo aborda principalmente a sua estrutura como: a dinâmica fluvial do rio Tocantins, o balanço hídrico mensal da cidade de Marabá, vazão do rio Tocantins, cobertura vegetal e uso do solo, geologia e geomorfologia, podendo chegar a possíveis diagnósticos ambientais e sociais, analisando a relação do uso inadequado do solo e suas possíveis contribuições para a formação de cheias no espaço urbano da área de estudo.

De acordo com Santos (2008, p. 18), Marabá/PA é atingida pelas cheias e sua situação se agrava devido o crescimento populacional:

Rio Branco, Porto Velho, Manaus, Óbidos, Santarém, Altamira, Marabá, entre outras, historicamente são impactadas pelo aumento do nível dos rios de suas respectivas bacias. A situação agrava-se à medida que há um crescimento populacional desordenado, aumentando-se a vulnerabilidade da população situada nas áreas de alagamento.

Em relação a Marabá/PA, a mesma se tratar de uma cidade da Amazônia e seus problemas de cheias acontecem frequentemente, ano após ano. Sua ocupação se dá nas margens do rio Tocantins, na porção leste da região amazônica, portanto é afetada pelas cheias anuais, sofrendo impactos sociais e ambientais, que são agravados pelo aumento populacional da cidade nos últimos anos. A cidade era composta em 2010 por 233.669 habitantes, sendo estimado no ano de 2015 por 262.085 habitantes como mostra a figura 4, área de 15.128,061 Km<sup>2</sup>, seu bioma é Amazônico segundo informações do IBGE.

**Figura 4 - Censo demográfico de Marabá/PA dos anos de 1991, 2000, 2007 e 2010.**



Fonte: IBGE: Censo Demográfico 1991, Contagem Populacional 1996, Censo Demográfico 2000, Contagem Populacional 2007 e Censo Demográfico 2010;

**Tabela 1 - Evolução Populacional na cidade de Marabá nos anos de 1991 a 2010.**

Ano	Marabá	Pará	Brasil
1991	123.668	4.950.060	146.825.475
1996	149.665	5.466.141	156.032.944
2000	168.020	6.192.307	169.799.170
2007	196.468	7.065.573	183.987.291
2010	233.669	7.581.051	190.755.799

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 1991, Contagem Populacional 1996, Censo Demográfico 2000, Contagem Populacional 2007 e Censo Demográfico 2010.  
Organização: Thaís B. Portela

Do ano de 1991 a 2010 houve um crescimento considerável na quantidade de habitantes na cidade de Marabá como mostra a tabela 1, e esse crescimento populacional desenfreado contribuiu para maior probabilidade na vulnerabilidade da população que está situada em áreas que são atingidas pelas cheias naturais do rio Tocantins.

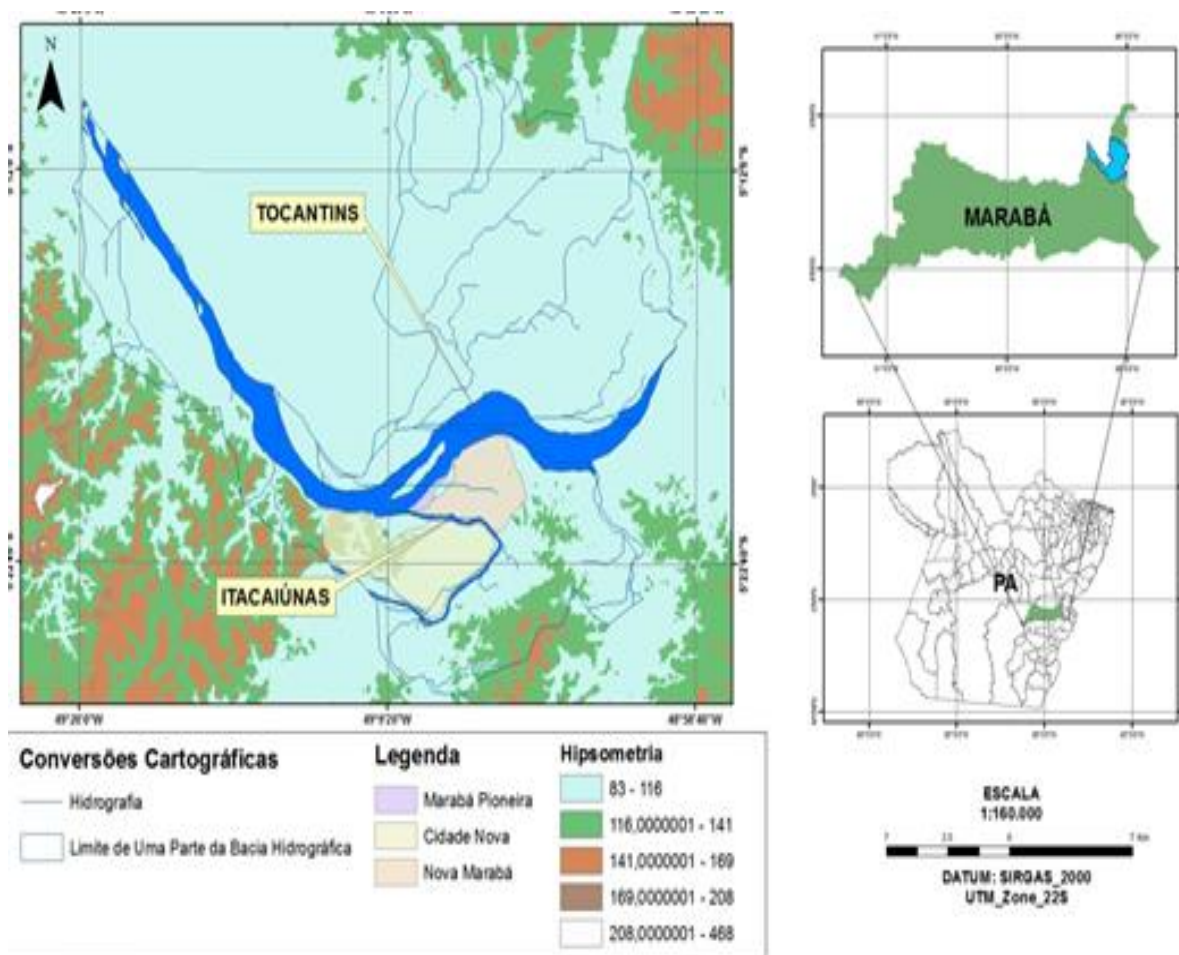
### **3.1. RIO TOCANTINS E BALANÇO HÍDRICO DE MARABÁ/PA.**

A cidade de Marabá está situada em uma área de baixa altitude na confluência de dois rios: Tocantins e Itacaiúnas, que sofre com as enchentes anuais em decorrência da influência das cheias dos mesmos.

O rio Tocantins percorre 50 Km do território marabaense, permitia a navegação entre Marabá e Belém, o que contribuiu de forma significativa a colonização da área (AVA Marabá, 2006). Essa colonização permitiu a constituição e formação da cidade, que iniciaram no núcleo da Marabá Pioneira e por seguinte aos demais núcleos: Cidade Nova e Nova Marabá, automaticamente foi sendo alterado o sistema natural das cheias devido à pavimentação, canalização e outras ações antrópicas realizadas para a ocupação do espaço.

Conforme apresentado na sequencia no mapa 2, pode ser observado a localização do limite de apenas um trecho da bacia hidrográfica do Tocantins/Araguaia que está situada na cidade de Marabá. Devido vários rios que compõem o município de Marabá, o limite estabelecido desse trecho da bacia hidrográfica se deu pelo rio Tocantins que percorre a cidade e que está em estudo, através das curvas de nível dos dados extraídos das camadas da SRTM SB-22-X-D em intervalos de 50m, dentro do limite que se encontram os três núcleos: Marabá Pioneira, Cidade Nova e Nova Marabá, obedecendo ao ponto mais baixo da área onde percorre o curso d'água do rio principal (abaixo de 100m), que fica entre divisores de água, conectando conseguintes os pontos mais elevados da área (até 160m) que tem como percurso a queda d'água em direção ao ponto mais baixo, até o rio principal (Tocantins), buscando o formato natural das curvas de nível. A altimetria do limite dessa parte da bacia hidrográfica chega a uns 160m cotados, ou seja, área baixa e suscetível a cheias, somando com as atividades e ações antrópicas aumentam as condições de enchentes na malha urbana de Marabá.

#### **Mapa 2 – Canais fluviais ocupados pelos núcleos urbanos de Marabá/PA**



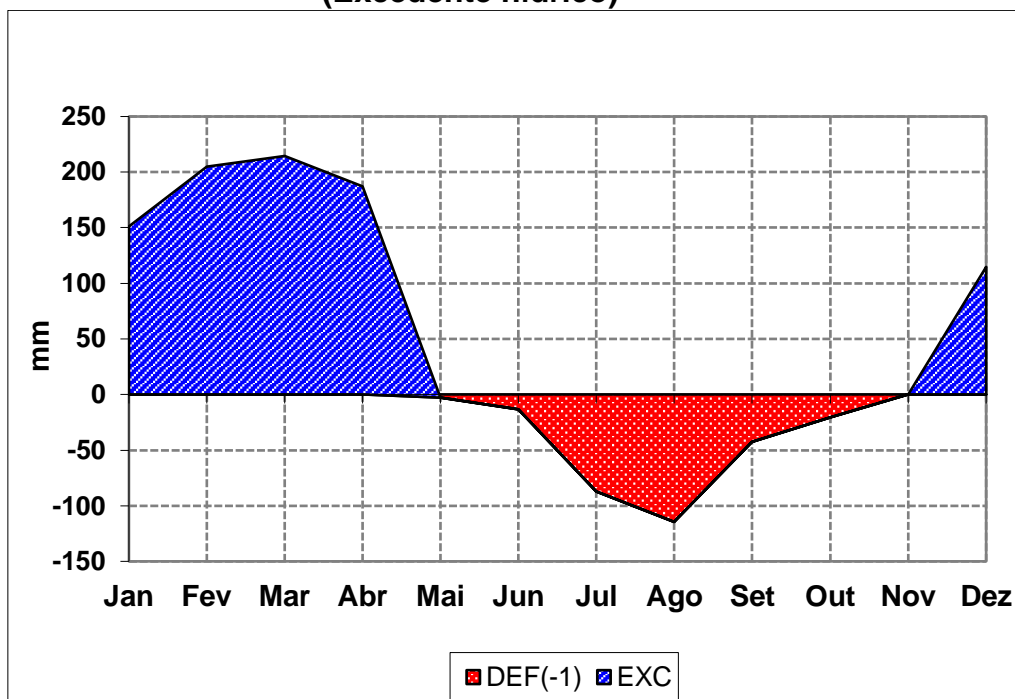
**Fonte: MIRANDA (2002). Organização: Thaís B. Portela.**

O clima dessa parte da bacia hidrográfica do Tocantins-Araguaia é tropical, com temperatura média anual de 26°C, e dois períodos climáticos bem definidos: o chuvoso que acontece no mês de março, e o seco, de maio a outubro, com baixa umidade relativa do ar, a área de abrangência do limite dessa parte da bacia hidrográfica situada na cidade de Marabá tem 574,74 Km<sup>2</sup> de extensão. (MMA, 2006).

Para analisar o balanço hídrico mensal da cidade de Marabá/PA foi usado o sistema de Thornthwaite que é um sistema de classificação climática criada por Charles Warren Thornthwaite, que através do resultado da quantidade de água que entra e sai de certa porção do solo em um determinado intervalo de tempo, pode se chegar ao balanço hídrico, no qual através de cálculos matemáticos chega-se ao clima

de alguma área determinada. Do qual para ele o fator mais importante é a evapotranspiração potencial e sua comparação com a precipitação, como mostra os gráficos abaixo com os resultados no período de 30 anos (1980 – 2014).

**Gráfico 1 – Extrato do Balanço Hídrico Mensal da cidade de Marabá/PA (Excedente hídrico)**

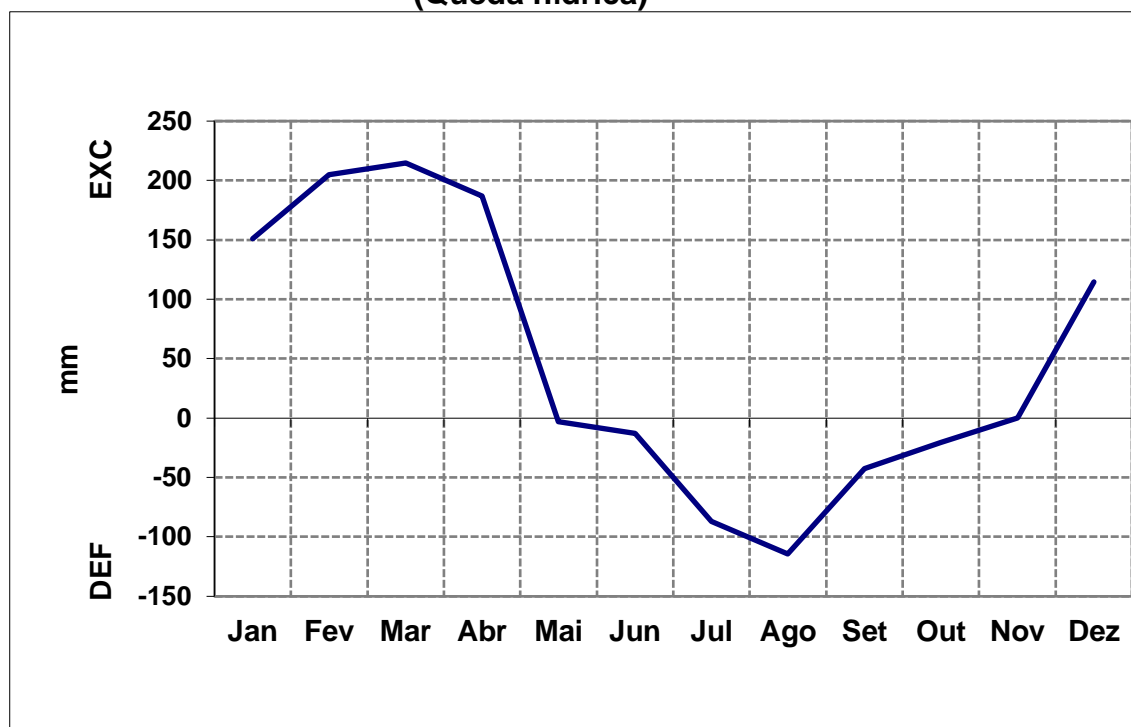


Fonte: INMET, 2015. Organização: Portela, T. & Santos, S.<sup>1</sup>.

Conforme apresentado no gráfico 1, há um excedente de 200mm no balanço hídrico da cidade de Marabá entre os meses de Janeiro, Fevereiro, Abril e com 100mm em Dezembro, decaindo nos meses de Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro e Novembro, tendo Agosto com maior deficiência de -100mm.

<sup>1</sup> Todos os gráficos aqui apresentados foram construídos com base na Tabela do Método do Sistema de Thornthwaite, 1955 com alterações de Mendonça, 1958.

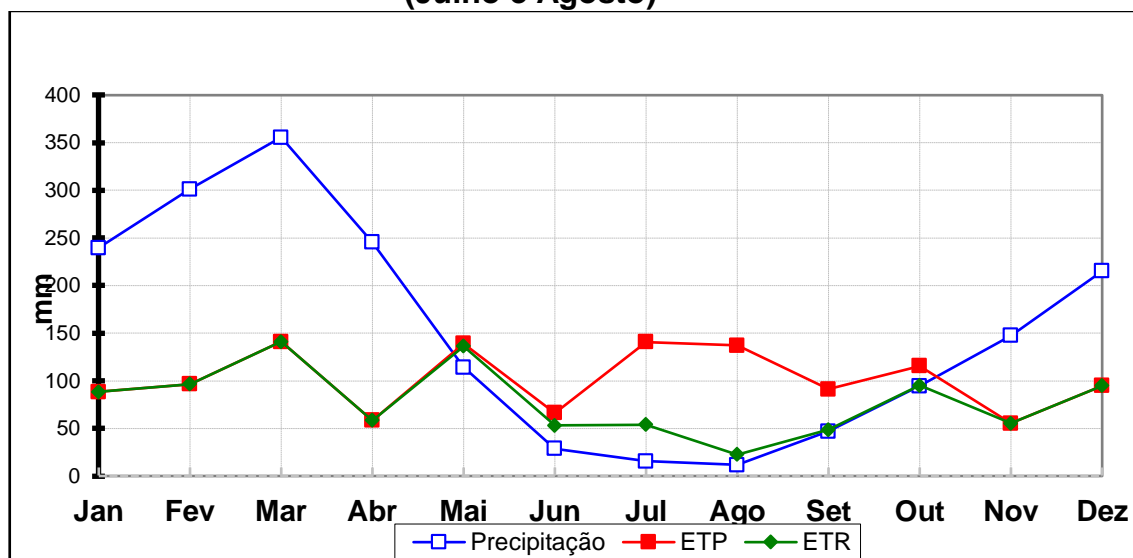
**Gráfico 2 – Extrato do Balanço Hídrico Mensal da cidade de Marabá/PA  
(Queda hídrica)**



Fonte: INMET, 2015. Organização: Portela, T. & Santos, S.

Conforme apresentado no gráfico 2, há uma queda nas precipitações no mês de Agosto no valor de -100mm voltando a elevar a quantidade de precipitações no mês Dezembro ao mês de Abril chegando a 200mm de águas precipitadas, acontecendo os períodos de elevação do nível do rio Tocantins atingindo a população que se encontram na parte baixa da topografia da cidade de Marabá, onde se encontra a área de inundação.

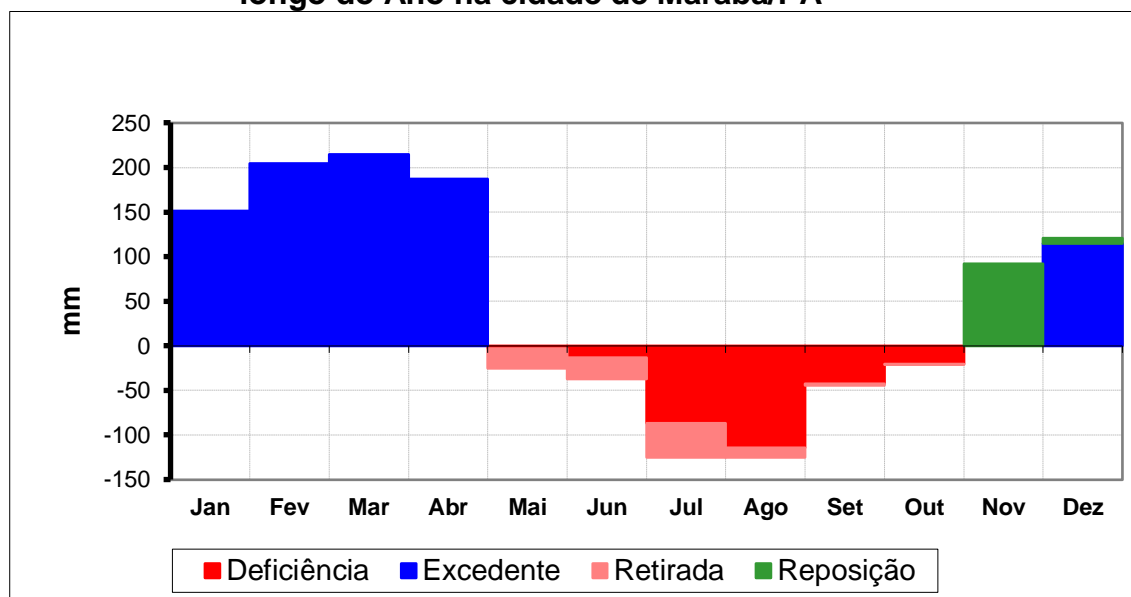
**Gráfico 3 – Extrato do Balanço Hídrico Mensal da cidade de Marabá/PA (Julho e Agosto)**



Fonte: INMET, 2015 Organização: Portela, T. & Santos, S.

Conforme apresentado no gráfico 3 é perceptível o índice de aridez, umidade e hídrico da cidade de Marabá, aridez relativamente alta com 150mm nos meses de Julho e Agosto consequentemente caindo a umidade nesses meses, há um excedente de precipitações no valor de 350mm da cidade de Marabá no mês de Março.

**Gráfico 4 - Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do Ano na cidade de Marabá/PA**



Fonte: INMET, 2015. Organização: Portela, T. & Santos, S.

O gráfico 4, por sua vez, apresenta detalhadamente todos os dados obtidos do balanço hídrico da cidade de Marabá no decorrer de 30 anos, entre 1980 a 2014, onde há deficiência nos meses de Maio a Outubro, com reposição em Novembro, com excedente nos meses de Dezembro a Abril que são justamente os meses de elevação do nível de água do rio Tocantins. O sistema de Thornthwaite foi base para determinar o balanço hídrico da cidade de Marabá/PA sem a necessidade de medidas diretas das condições do solo, já que o sistema permite a classificação do clima fundamentado nos valores do balanço hídrico de determinado local, que no caso foi usado a da área de estudo. De acordo com Nimer (1977, p.92), comparando-se a evapotranspiração potencial com a precipitação podemos obter uma definição racional do índice de umidade efetiva dos diferentes tipos climáticos.

Segundo Edmon Nimer (1977) o sistema de Thornthwaite é indispensável para obter alguns fatores ambientais básicos caso seja necessário saber o clima de alguma determinada área, sendo assim, observa-se na cidade de Marabá/PA através dos dados apresentados pelo INMET da estação MARABÁ – PA (OMM: 82562), latitude - 5,35, longitude -49,15, altitude 95m, período 1980 – 2014, calculou-se a média mensal dentro desse período tanto da precipitação, insolação, como da temperatura para



calcular o balanço hídrico normal por Thornthwaite e Mather (1955) e alcançar a classificação climática da cidade. O resultado obtido apresentado pelos gráficos anteriores é de um aumento na precipitação no início do ano e decaindo a partir do mês de abril ao mês de agosto voltando a aumentar a partir do mês de setembro a dezembro.

Em números se tem um excedente de 200 mm de água nos meses de janeiro a abril e no mês de dezembro, deficiência de -100 mm nos meses de maio a outubro, retirada de -100 mm nos meses de maio a agosto, e reposição de 100 mm no mês de novembro e dezembro, calculando durante o período de trinta anos entre 1980 a 2014 salientando que nem todos os dados foram contabilizados pelo INMET, têm-se dias que ocorrem períodos que não continham dados numéricos, porém realizados cálculos precisos para chegar a tais resultados. As informações pluviométricas são necessárias para o reconhecimento do comportamento hidrológico de um determinado espaço, nos permitindo avaliar a intensidade das chuvas e sua importância no processo de formação das enchentes.

Na ótica de um sistema, a vazão também é um fator importante para se compreender o comportamento do rio. O volume de água que passa em uma parte do rio por um determinado tempo dependendo da profundidade dessa bacia hidrográfica, largura e velocidade do fluxo, apresentada normalmente em  $m^3/s$ , que varia muito de acordo com o atrito que a água vai passar tanto nas margens como no leito do rio determinando assim, sua velocidade. Na cidade de Marabá/PA, a vazão se aplica na dinâmica do rio Tocantins significativamente já que contribui para o acontecimento das cheias periódicas. Pois quando ocorre uma demanda alta de precipitação conseqüentemente aumenta a vazão o que causa o transbordamento do rio. No estudo de Santos (2008, p.47 e 49) sobre vazão do rio Tocantins no período de 1978 a 2006 (28 anos) destacam-se claramente as cheias de 1978, 79, 80, 90 e 2004, assim como as estiagens de 1987, 93,96, 98 e 99. De acordo com o autor:

Os maiores eventos de cheias registram vazões acima de 30.000  $m^3/s$  e ocorrem nos meses de verão e início de outono, enquanto que vazões abaixo de 13.000  $m^3/s$  estão na categoria muito abaixo. O período de maior amplitude na vazão corresponde ao período chuvoso da bacia que tem início no final da primavera (novembro) e se estende até o início do outono (abril).

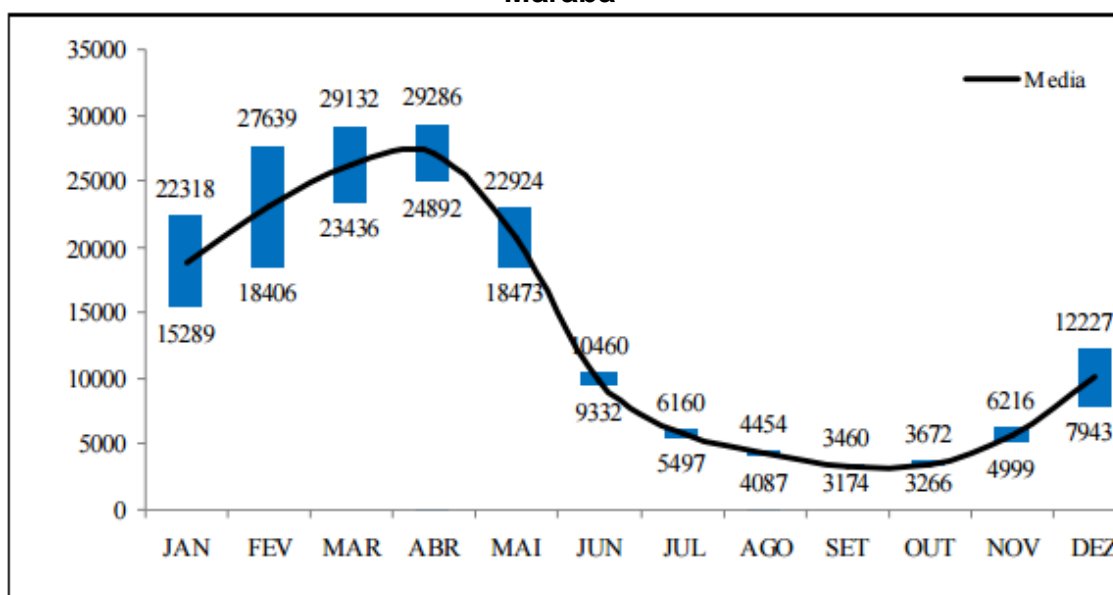
Assim, como apresentado nos gráficos anteriores, os períodos com maior índice de precipitações são de dezembro a abril consequentemente há uma amplitude significativa no volume de vazão, conforme mostra a tabela 2:

**Tabela 2 - Valores e Intervalos Mensais da Categorização de Vazão na cidade de Marabá/PA (m<sup>3</sup>/s)**

MESES	CATEGORIAS				
	Muito Abaixo	Abaixo	Normal	Acima	Muito Acima
Janeiro	≤ 13934	13935 a 15289	15290 a 22318	22319 a 29957	≥ 29958
Fevereiro	≤ 14085	14086 a 18406	18407 a 27639	27640 a 34644	≥ 34645
Março	≤ 21568	21569 a 23436	23437 a 29132	29133 a 31302	≥ 31303
Abril	≤ 21801	21802 a 24892	24893 a 29286	29287 a 31975	≥ 31976
Mai	≤ 14302	14303 a 18473	18474 a 22924	22925 a 24800	≥ 24801
Junho	≤ 8692	8693 a 9332	9333 a 10460	10461 a 13546	≥ 13547
Julho	≤ 4865	4866 a 5497	5498 a 6160	6161 a 6831	≥ 6832
Agosto	≤ 3324	3325 a 4087	4088 a 4454	4455 a 4665	≥ 4666
Setembro	≤ 2716	2717 a 3174	3175 a 3460	3461 a 3597	≥ 3598
Outubro	≤ 2999	3000 a 3266	3267 a 3672	3673 a 4591	≥ 4592
Novembro	≤ 4157	4158 a 4999	5000 a 6216	6217 a 6984	≥ 6985
Dezembro	≤ 6724	6725 a 79443	7944 a 12227	12228 a 17538	≥ 17539

Fonte: Santos, 2008, p. 49. Organização: Portela, T.

**Figura 5 - Vazão máxima em m<sup>3</sup>/s da categoria normal do rio Tocantins em Marabá**



Fonte: Santos, 2008, p. 49.

Conforme apresentado nas figuras acima os períodos de cheias estão entre novembro a abril quando há um aumento na vazão do rio Tocantins devido ao grande

número de precipitações que ocorrem em toda bacia, onde a cidade de Marabá registra tais aumentos de precipitações conforme os gráficos de excedente hídrico.

### 3.2. GEOLOGIA GERAL DA ÁREA EM ESTUDO

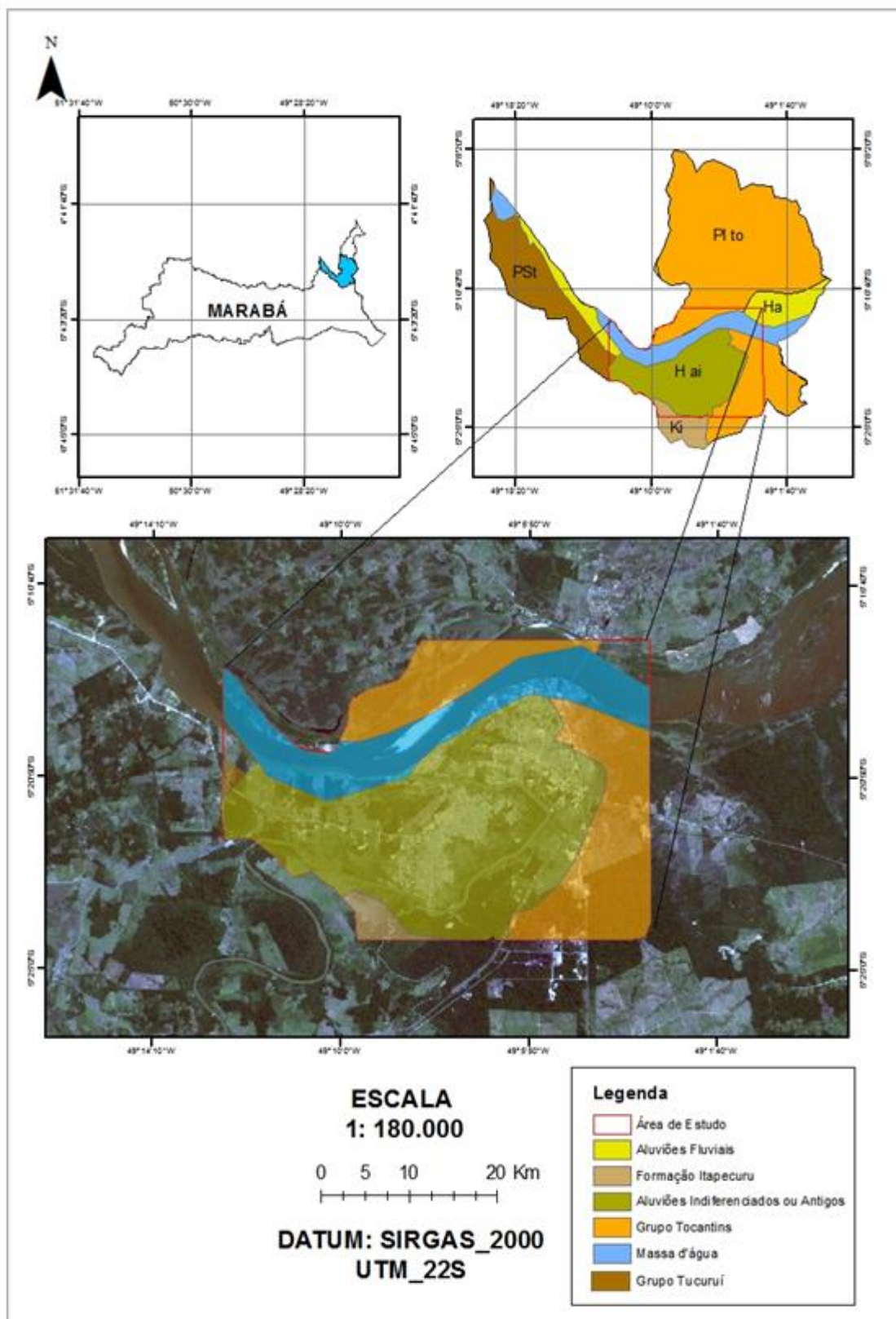
Geologicamente a área urbana de Marabá está representada por três tipos de rochas: a mais antiga é a formação Couto Magalhães, também conhecida como rochas metamórficas, conforme apresentado na figura 7, constituindo, portanto o embasamento cristalino da área estudada são rochas do tipo filitos, ardósias, xistos e subordinadamente quartzitos e calcários. No perímetro urbano o tipo dominante são os filitos de coloração cinza a tons avermelhados ou amarelados, principalmente quando alterados. O segundo tipo é caracterizado pelos sedimentos da formação Itapecuru de idade cretácea, ocorrendo ao norte do rio Tocantins e no complexo da Cidade Nova, estendendo-se além do limite oeste da cidade de Marabá são rochas clásticas, constituídas por arenitos (INFRAERO, 2012).

**Figura 6 - Geologia de uma parte do espaço de Marabá/PA. Barreiras (depósitos aluviais/ aluviões indiferenciados ou antigos) em cima do Couto Magalhães (Rochas Metamórficas).**



Fonte: SANTOS, S. S. 2015.

Mapa 3 - Mapeamento geológico da cidade de Marabá/PA<sup>2</sup>.

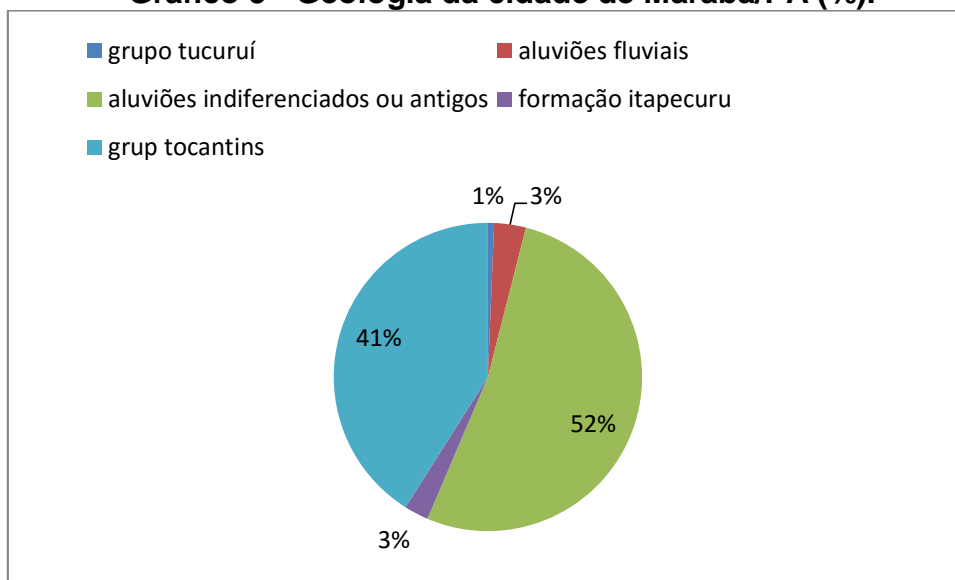


Fonte: IBGE, 2010.

<sup>2</sup> Escala 1:180.000. Imagem de Satélite LANDSAT-TM 7.

No mapa 3 são apresentados a composição geológica da cidade de Marabá, com a presença de: Formação Itapecuru, Aluviões Indiferenciados ou Antigos, Grupo Tucuruí, Grupo Tocantins e Aluviões Fluviais.

- Formação Itapecuru (Ki): abrange arenitos de granulação fina, coloração cinza-clara ou avermelhada, são rochas sedimentares do cretáceo, situada no contexto da bacia do Parnaíba, também é uma formação fluvial de rios entrelaçados associados a lagos em planície de inundação, com potencial mineral de areia e argila (CPRM, 2001).
- Conforme Campos (2009, p.8), os aluviões Indiferenciados ou Antigos (Hai): são depósitos sedimentares constituído por argilas, siltes e areias muito finas a grossas, representando uma sedimentação plúvio-fluvial
- Os Aluviões Fluviais (Ha): como o próprio nome já diz, são depósitos sedimentares de materiais não consolidados oriundos da ação do rio, ou seja, estão próximos aos rios e são constituídos principalmente de argila, areia e cascalho, onde muitas empresas de cerâmica se instalaram para usufruir do material argiloso, seu desenvolvimento acontece justamente em planícies de inundações já que são depósitos sedimentares por materiais grosseiros, mal rolados.
- Tanto o grupo Tocantins (PI to) como o grupo Tucuruí (PS t): são rochas metamórficas da faixa Araguaia de baixa deformação, constituídos segundo Felipe (2012, p. 09), de filitos, ardósias, metarcósios, quartzitos e metabasitos.
- A massa de água é o volume de água que corre fazendo pressão nos sedimentos depositados no leito do rio.

**Gráfico 5 - Geologia da cidade de Marabá/PA (%).**

Fonte: IBGE, 2010. Organização: Thaís B. Portela

Conforme apresentado no (gráfico 5) a litologia da cidade de Marabá/PA se divide dessa maneira: com 52% aluviões indiferenciados ou antigos, 41% grupo Tocantins, 3% aluviões fluviais, 3% formação Itapecuru e 1% grupo Tucuruí. Então, grande parte do solo da cidade é formado por aluviões e grupo Tocantins, sendo assim, são solos compostos por: areia, silte, argila e cascalho, ou seja, latossolos e argissolos.

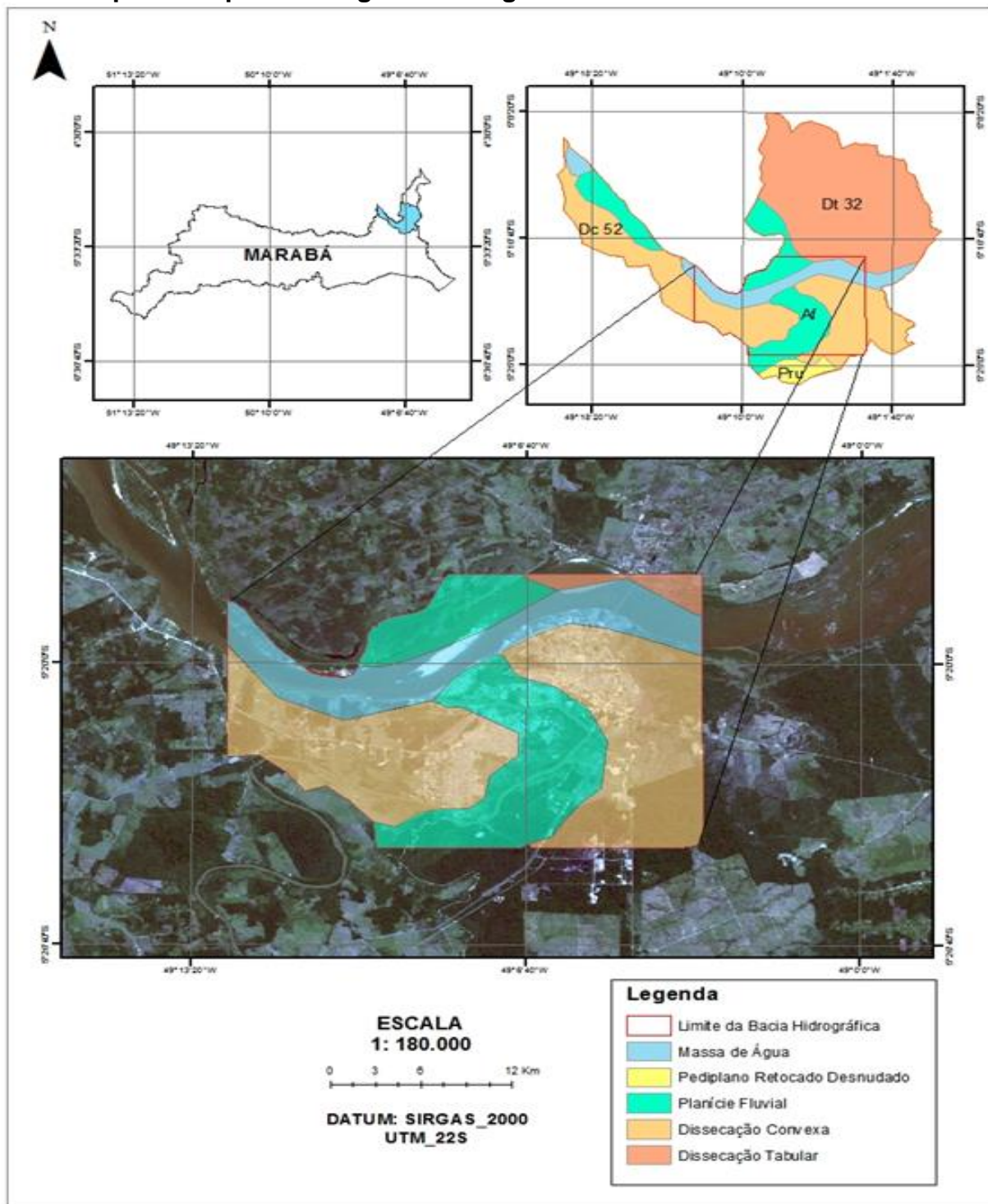
### 3.3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

A unidade natural da área em estudo é composta por planalto dissecado, planície fluvial, terraço fluvial, sendo caracterizada por superfícies pediplanadas, dissecadas em colinas e ravinas. O relevo é plano, ondulado e suave ondulado, e com altitude média de 125 metros. (RADAMBRASIL, 1974).

Conforme apresenta Mascarenhas & Vidal (2014), no núcleo Marabá Pioneira é encontrado o relevo plano, possibilitando a acumulação de água que são precipitadas ocasionando alagamentos. A cidade de Marabá/PA chega a ter altitudes máximas de 160m, apresentando feições geomorfológicas de planície e terraço fluvial, devido ao acúmulo fluvial, alagadas periodicamente. Segundo Felipe (2012), a cidade

de Marabá/PA (parte mais antiga), foi construída em cima de um terraço, possibilitando as inundações anuais e que são constantes.

**Mapa 4 - Mapeamento geomorfológico da cidade de Marabá/PA<sup>3</sup>.**



Fonte: IBGE, 2010.

<sup>3</sup> Escala 1:180.000. Imagem de Satélite LANDSAT-TM 7..

Como apresentado no mapa 4, as unidades geomorfológicas do limite da parte da bacia hidrográfica que compõe a cidade é composta por Pediplano Retocado Desnudado, Planície Fluvial, Dissecação Convexa e, Dissecação Tabular, porém na área de estudo está comparecendo todos os elementos menos o Pediplano Retocado Desnudado, sendo assim segundo o (IBGE 2009):

- Planície Fluvial (Af) é acumulada resultante de acumulação fluvial sujeito a inundações periódicas, correspondendo às várzeas atuais.
- Dissecação Convexa (Dc 52) é caracterizada como dissecados homogêneos, dissecados estruturais e dissecados em ravinas, dependendo dos topos e pelo aprofundamento e densidade da drenagem. As formas dos topos convexos são geralmente esculpidas em rochas ígneas e metamórficas e eventualmente em sedimentos, às vezes denotando controle estrutural. São caracterizados por vales bem-definidos e vertentes de declividades variadas, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem.
- Dissecação Tabular (Dt 32) tem suas formas de topos delineadas em feições de rampas suavemente inclinadas e lombadas, geralmente esculpidas em coberturas sedimentares inconsolidadas e rochas metamórficas, denotando eventual controle estrutural. São, em geral, definidas por rede de drenagem de baixa densidade, com valores rasos, apresentando vertentes de pequena declividade. Resultam da instauração de processos de dissecação, atuando sobre uma superfície aplanada.

Conforme visualizado no mapeamento geomorfológico da área de estudo o núcleo da Marabá Pioneira está situado na planície fluvial (área de planície de inundação) facilitando com que as enchentes aconteçam principalmente nessa área.

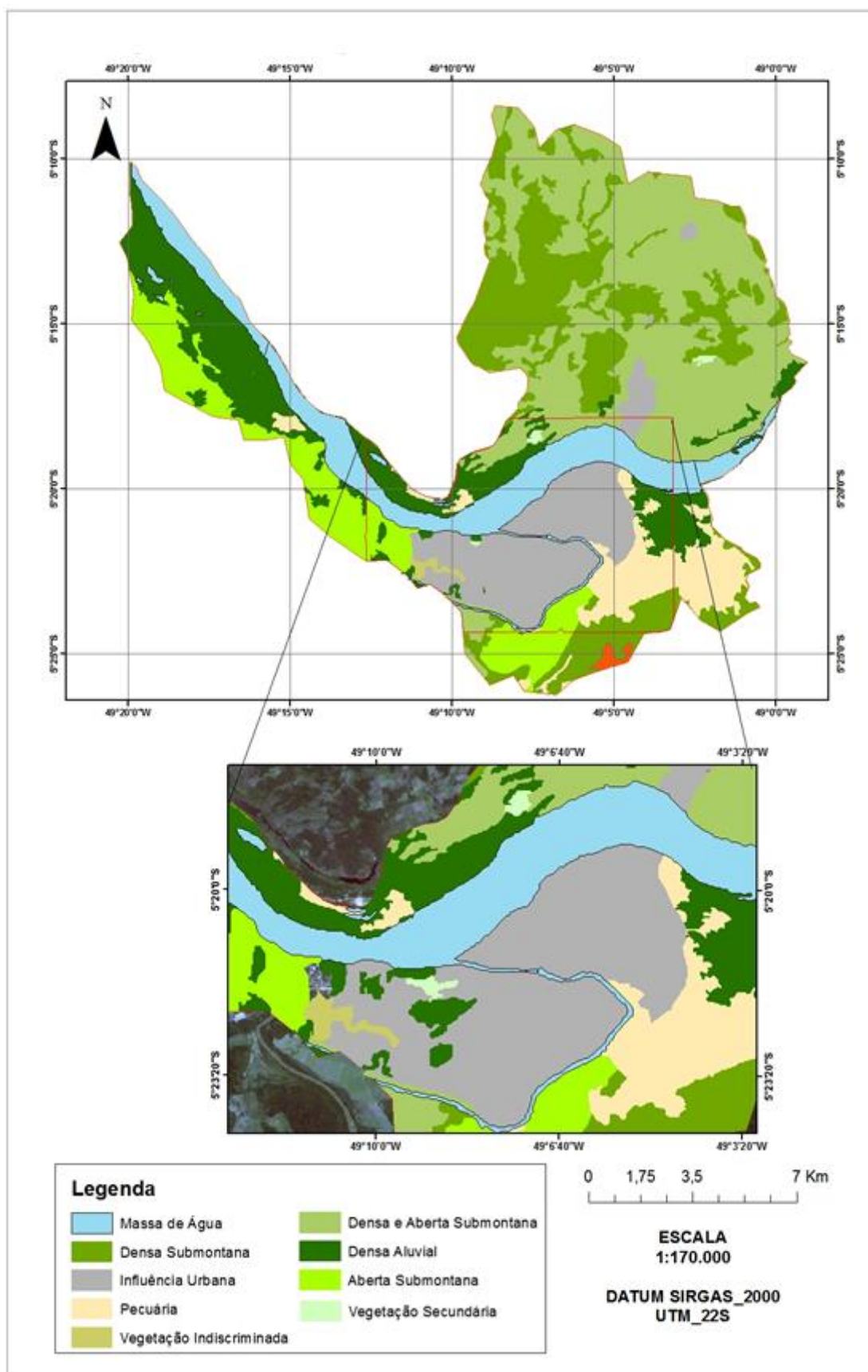


### 3.4. VEGETAÇÃO

A cidade de Marabá está caracterizada pela floresta ombrófila densa e ombrófila aberta que antes da expansão ocupacional da cidade havia em grande quantidade e que no decorrer dos anos houve um declínio na sua cobertura vegetal, devido aos processos antrópicos para ocupação populacional, no qual sua evolução histórica em relação à urbanização de Marabá esteve condicionada aos fatores econômicos e políticos da mesma, buscando seu desenvolvimento, atraindo um grande número de migrantes.

Essas diversas alterações feitas pelo homem, ocasionaram grandes modificações na drenagem natural dos cursos d'água como também em diversos resquícios naturais existentes na área de estudo, aumentando conseqüentemente as condições de cheias no espaço urbano, deixando a população vulneráveis a risco assim, como risco ao ambiente devido aos despejos de dejetos, resíduo sólido e líquido, processos decorrentes da urbanização.

Mapa 5 - Vegetação e Ocupação do Solo na Área de Estudo.



Fonte: IBGE, 2010. Organização: Thaís B. Portela

No mapa anteriormente apresentado, são perceptíveis as vegetações predominantes na área de estudo (Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Aberta), como também o uso do solo com influências urbana nos três núcleos no quais, foram realizado estudo de caso (Marabá Pioneira, Cidade Nova e Nova Marabá) e pecuária. Segundo o IBGE (1992, p. 16-20) a classificação do tipo de vegetação encontrada na cidade em questão é:

Floresta Ombrófila Densa (Floresta Pluvial Tropical) são amigas das chuvas, estando presa a fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas (25°) e de alta precipitação bem distribuída durante o ano (de 0 a 60 dias secos), que está subdividida em Aluvial e Submontana na área de estudo. A Floresta Ombrófila Densa Aluvial trata-se de uma formação ribeirinha, ocorrendo ao longo dos cursos das águas ocupando os terraços antigos das planícies quaternárias. E a Floresta Ombrófila Densa Submontana trata-se de uma formação florestal que apresenta alturas uniformes devido o dissecamento do relevo e dos planaltos com solos medianamente profundos.

Floresta Ombrófila Aberta Submontana são florestas que possuem faciações da Floresta Densa duas delas em evidência: floresta aberta com palmeiras e a floresta-de-cipó.

Vegetação Secundária: são vegetações naturais, após supressão total ou parcial de vegetação primária por ações antrópicas mínimos, que não afetam drasticamente as características originais.

Em certos locais há um enclave (áreas disjuntas que se contatam) entre a formação da Floresta Ombrófila Densa e a formação da Floresta Ombrófila Aberta e também se encontra ações antrópicas na área de estudo como: agropecuária, agricultura, pecuária (pastagem) e influências urbanas (pavimentações, imóveis, comércios, indústrias, etc), que aos poucos foram sendo implementadas para melhoria da cidade e sua economia.

A área em questão, assim, como em outras cidades alcançou gradativamente sua expansão em decorrência ao aumento populacional em busca de melhoria de vida, iniciando e se expandindo em cima da área de planície fluvial (Marabá Pioneira), que é propensa às cheias e por seguinte as demais áreas dando origem aos núcleos Cidade Nova e Nova Marabá. A cidade tem um caso histórico de uma inundação que tomou quase que totalmente a cidade, segundo o autor Costa (2012, *Apud* GOMES, 2007) em meados do ano de 1980 aconteceu a maior cheia registrada pela régua fluviométrica, quando o nível das águas atingiu 17,42 metros, deixando muitos

moradores sujeitos a risco, principalmente os que moram no núcleo da Marabá Pioneira.

A base estrutural da área de estudo proporciona assim, um melhor diagnóstico ambiental e social, que é abordado no capítulo posterior, estudando os agentes causadores das enchentes gerando degradação ambiental, vendo seu nível de poluição e, quais são os condicionantes que agravam e os condicionantes que reduzem os efeitos das mesmas provocadas na cidade de Marabá. Havendo assim, a necessidade dos estudos setorizados depois de analisados serem integrados com a análise *in lócus* oferecendo subsídios técnicos de qualidade para o conhecimento da área de estudo.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E SOCIAL DA ÁREA DE ESTUDO.**

Através dos dados espaciais obtidos de órgãos competentes juntamente com o campo realizado propiciou o bom andamento da pesquisa, por isso, nesse capítulo atentaremos para os resultados e discussões geradas através do diagnóstico ambiental e o uso inadequado do solo como fator condicionador para as áreas que são atingidas pelos fenômenos das enchentes no espaço urbano de Marabá/PA chegando à qualidade ambiental. Analisando a interação dos componentes, quer relacionado aos elementos físicos quer relacionado aos elementos socioculturais, sugerindo mudanças no padrão de uso do solo para amenização dos impactos negativos causados pelas enchentes. O processo de expansão da cidade em estudo se deu em áreas de risco, situadas em cotas topográficas muito baixas, foi um dos principais motivos de alterações no padrão natural de drenagem do rio Tocantins.

#### **4.1 A RELAÇÃO DA OCUPAÇÃO DO SOLO E ENCHENTES**

Durante a pesquisa em campo foi observado três tipos de padrões de solo aqui representado: residenciais, comerciais e industriais, que foram sendo intensificados durante a expansão da cidade. Marabá tem seu sítio urbano localizado nas planícies fluviais dos rios Tocantins e Itacaiúnas, já que em seu período de estiagem todo rio recua ficando apenas em seu leito menor consequência do ciclo hidrológico natural e assim, as ocupações se desenvolveram inicialmente próximo ao rio facilitando para a população o possível uso da água, servindo para lazer (banhos, lavar roupas/louças) e comércio, o que levou essa área a ser constantemente atingida pelas grandes cheias dos rios, conforme podemos perceber na sequência na figura 7. Contudo, a cidade foi

se modificando com o passar dos anos devido aos diversos períodos econômicos sofridos, e no seu início a economia era desenvolvida principalmente de maneira dendrítica pelo extrativismo vegetal, desenvolvendo o processo de ocupação alterando também toda forma natural significativa da cidade em si.

**Figura 7- Encontro dos rios Tocantins e Itacaiúnas**



**Fonte: SANTOS, S. S. 2015.**

A figura 8 capturada na coordenada: S° 05°21.235' W 049°08.666' com elevação de 72m registrado com a utilização do GPS, em área de planície fluvial (áreas de várzeas), ao lado direito na figura está o rio Itacaiúnas, ao esquerdo o rio Tocantins, portanto algumas áreas alagadiças foram aterradas para ser ocupadas por moradores. O núcleo Marabá Pioneira neste contexto acabou sendo, o ponto de partida para a expansão da malha urbana, porém é uma área baixa e plana, geograficamente possuía vantagens para o modo de vida das ribeirinhas e estrategicamente ajudava na economia da cidade facilitando o escoamento, que acontecia principalmente de forma dendrítica e só após a abertura da Amazônia com criações de estradas, rodovias e ferrovias que a circulação dos produtos se alterou, mudando também a geografia da cidade. Nas figuras posteriores está presente o processo de urbanização da cidade em estudo, desde 1984 a 2010 e como houve um crescimento considerável, contribuindo nos impactos gerados pela formação de enchentes.

**Figura 8 - Evolução Urbana na Área de Estudo nos anos de 1984.**



**Fonte: Imagem de Satélite do INPE. Organização: Thaís B. Portela**

A figura acima mostra a cidade de Marabá/PA em seu período de 1984. Em relação ao contingente populacional do município neste mesmo período, nos bancos de dados do IBGE, por sua vez, não consta, porém a Secretária Estadual de Saúde projetou a estimativa de contingente populacional e eram de 68.677 habitantes residia na mesma, mas em 1991 a cidade continha 123.668 habitantes, ocupando 11.243 km<sup>2</sup> (IBGE, 1992). Em 1984 após a grande cheia de 80, que cobriu uma grande parcela da cidade com as águas do rio Tocantins que subiram 17,42m, entra em funcionamento a estrada de Ferro Carajás, atraindo mais contingentes de pessoas das diferentes regiões do país, para a cidade, em busca de melhoria de vida. Nos anos seguintes deu-se início para instalação de indústrias siderúrgicas, com produções de ferro gusa.

**Figura 9 - Evolução Urbana na Área de Estudo nos anos de 2002**

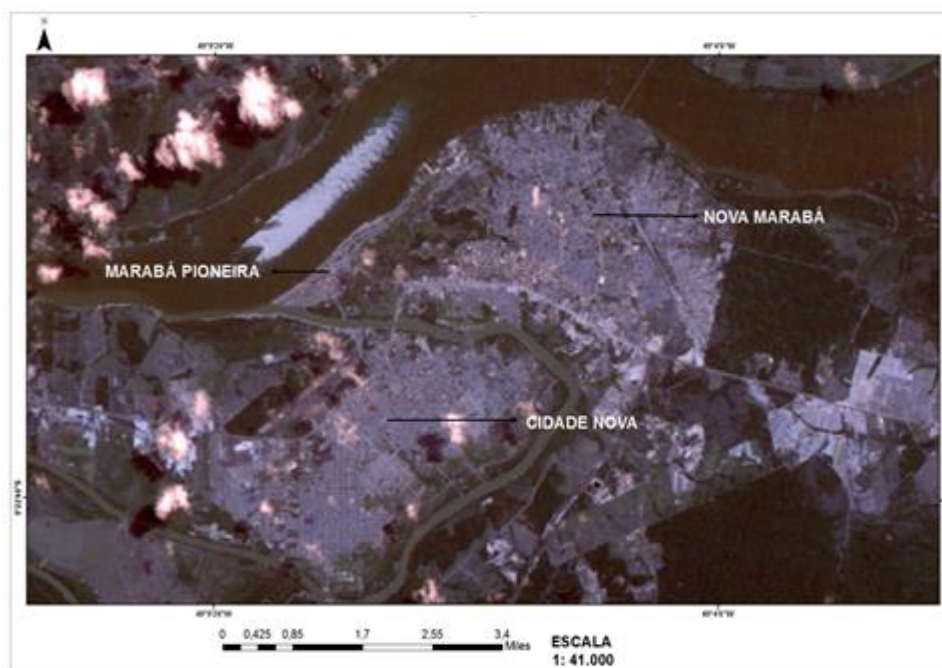


**Fonte: Imagem de Satélite do INPE. Organização: Thaís B. Portela**

Já em 2002 a cidade de Marabá conforme apresentado na figura acima e segundo os dados demográficos do IBGE continham 177.352 habitantes residentes na cidade nesse período, que foi aumentado consideravelmente devido às siderúrgicas que foram implantadas, o que aumentou também os riscos e impactos negativos durante os períodos de cheias.



**Figura 10 - Evolução Urbana na Área de Estudo nos anos de 2010.**



**Fonte: Imagem de Satélite do INPE. Organização: Thaís B. Portela**

Conforme apresentado na figura 10, o contingente populacional no ano de 2010 na cidade de Marabá/PA era de 233,669 habitantes, a cheia desse período atingiu em torno de 176 famílias de vários bairros da cidade segundo a defesa civil do município de Marabá (ORMNews Amazônia Jornal, 2010). Ocorreram precipitações anormais no centro-sul da Amazônia, especialmente no mês de Abril aumentando significativamente o volume do rio. Todas essas imagens de satélite da cidade de Marabá são de latitude: -5.369, longitude: -49.118 fornecidas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) em três períodos diferentes da cidade, podendo observar a evolução populacional e porque isso ocorreu, levando a mais pessoas a serem atingidas pelas cheias do rio Tocantins.

As mudanças ocorridas na economia da cidade, a qual já não se baseava apenas na forma dendrítica mais também através da utilização das rodovias e ferrovias construída pelo governo para circulação da economia, como: à borracha, a castanha-do-pará, o diamante, o ouro, a agropecuária, o ferro, as indústrias, etc., implicaram em mudanças na geografia da mesma, começando pela diminuição da cobertura vegetal provocando a lixiviação do solo (quando ocorre precipitações

intensas na região e grande parte das águas não podem ser retidas pelo subsolo como é de praticidade natural, elas escorrem ao ponto mais baixo, levando vários sedimentos ao rio mais próximo, provocando assoreamentos do leito do rio devido a muitos sedimentos levados pelas enxurradas, no qual é um processo natural, mas pode ser intensificado pela ação antrópica, proporcionando enchentes de graus mais elevados (nota de roda pé), devido às pavimentações em algumas partes da cidade, impermeabilizando uma parcela do solo, aumentando o escoamento superficial reduzindo o abastecimento do lençol freático, agravando os efeitos decorrentes das inundações em áreas baixas da cidade durante períodos de precipitações intensas. Somente no ano de 2006 que o município de Marabá/PA entrou em vigor com o PDMM (Plano Diretor do Município de Marabá), organizando o município em um planejamento de ordem ambiental.

No entanto, o município não possui saneamento de esgoto, porém há um projeto realizado pela COSANPA (Companhia de Saneamento do Pará) que era para ter finalizado em setembro de 2014, para criação da estação de saneamento de esgoto da cidade, mas por enquanto tudo o que é gerado pela população é lançado no corpo hídrico da cidade, contaminando o mesmo, sendo que o mesmo rio serve como água de abastecimento para os moradores.

Já nos períodos de enchentes segundo AVA (2006, p.24), os rios penetram nas galerias de águas pluviais, em fossas sanitárias contribuindo com a poluição do mesmo, sendo dessa mesma água do rio Tocantins que a maioria das residências da cidade é abastecida, o que traz riscos a saúde da população e sérios problemas ambientais.

**Figura 11 - Esgoto despejado próximo ao leito do rio Tocantins.**



**Fonte: SANTOS, S. S. 2015.**

Na figura 11 é visualizado um dos esgotos de despejo dos resíduos líquidos produzido pela população, nas águas do rio Tocantins, localizado nas coordenadas: S:05°20.816' W:049°08.144' com elevação de 72m, o mesmo rio que serve para lazer e comércio, também serve de fonte para recebimento de diversos tipos de sedimentos e entulhos do entorno, contribuindo para o assoreamento do leito se tornando um dos fatores propensos a elevação do nível de cheias no espaço urbano da cidade. Um fenômeno natural que se tornou problema socioambiental a partir, do momento em que houve uma modificação na drenagem natural dos cursos d'água, mudança no social e no econômico da cidade.

Segundo Costa (*apud*, PMM 2006, p.159) apenas as variações da elevação do nível do rio Tocantins tem influência direta com as enchentes ocasionadas na cidade. As cheias que acontecem no leito do rio Araguaia - cuja foz está localizada a poucos quilômetros de Marabá/PA - também tem influência direta nas enchentes da cidade, principalmente quando as enchentes desses rios coincidem, deixando uma parcela da cidade submersa as águas, se tem registro de grandes inundações periódicas nos anos de 1906, 1910, 1926, 1947, 1957, 1968, 1974, 1978, 1979 e 1980. No ano de 1980 foi registrada a maior enchente observada em todo o período, mas ainda assim, as enchentes afetam de diferentes proporcionalidades dependendo da

sua dimensão e o impacto negativo que a mesma causa durante a elevação do nível das águas

## **4.2 OS PROBLEMAS ACARRETADOS PELAS ENCHENTES**

Os problemas acarretados pelas enchentes na cidade de Marabá são: poluição da água, contaminação do solo, degradação do patrimônio histórico da cidade, etc. Durante as enchentes os resíduos sólidos e efluentes produzidos pela população que foram jogados ao corpo hídrico são direcionados para dentro da cidade juntamente com as águas do rio quando sobem seu nível normal, podendo ocasionar doenças, provocando também o desalojamento dos moradores atingidos pelas enchentes, afetando a economia da cidade pelo freio nas atividades comerciais e o custeio para colocar essas pessoas em abrigos e após as enchentes a reconstituição do patrimônio que foi afetado pelas mesmas.

O maior problema está ligado à ocupação do solo realizado desordenadamente na perspectiva ambiental, ocupando terraços e planícies fluviais que são propícias a cheias naturais, como forma de funcionalidade do ciclo hidrológico existente na região, que foi alterado em decorrência das atividades e ações antrópicas locais, mudando a drenagem dos rios presentes na cidade, com o passar dos anos houve aumento significativo da população nessas localidades e conseqüentemente mais pessoas passaram a ser atingidas pelas cheias. Sofre conseqüências não só a população como também o rio Tocantins, mudanças físicas e químicas na sua composição que foram acarretadas pela urbanização.

Há inúmeros fatores encontrados durante a pesquisa que condicionam a formação de enchentes, como: o fator natural, aonde os rios Tocantins, Itacaiúnas chegam aos seus períodos de cheias e acabam coincidindo com o período de estações chuvosas, que aumentam a quantidade de vazão por conta das precipitações elevando o nível das águas chegando ao transbordamento do mesmo, deixando uma boa parte da cidade submersa nas águas, porém de maneira mais relevante está o fator social: com a urbanização ocorrem modificações no ecossistema local, considerando a diminuição da cobertura vegetal, compactando o solo, o que

leva ao aumento da erosão do solo e suscetíveis carreamentos de sedimentos ao corpo hídrico alterando sua qualidade e mudando sua vazão, enfim, a impermeabilização acelera as inundações ou alagamentos nos centros urbanos, promovendo obstruções ao escoamento das águas precipitadas devido a aterros e pontes e drenagens inadequadas. Sendo, no entanto, os fatores físicos somado com o uso inadequado do solo criam condições favoráveis para a formação de cheias nas áreas urbanas da área de estudo.

A urbanização faz com que a cobertura vegetal seja diminuída, e sem a cobertura vegetal na quantidade ideal as águas precipitadas escorrem em alta velocidade excedendo a capacidade dos canais, já que elas eram como obstáculo para o escoamento superficial e um condicionador para absorção de uma parcela da água que caia da chuva, somando com o relevo da cidade que alcança altitude de 160m, apresentando feições geomorfológicas de planície e terraço fluvial, geologia de maior porcentagem de aluviões e rochas metamórficas apresentando alto teor de argila em suas composições dificultando a infiltração das águas precipitadas acelerando o processo de escoamento superficial na cidade, condicionando as cheias na malha urbana da mesma.

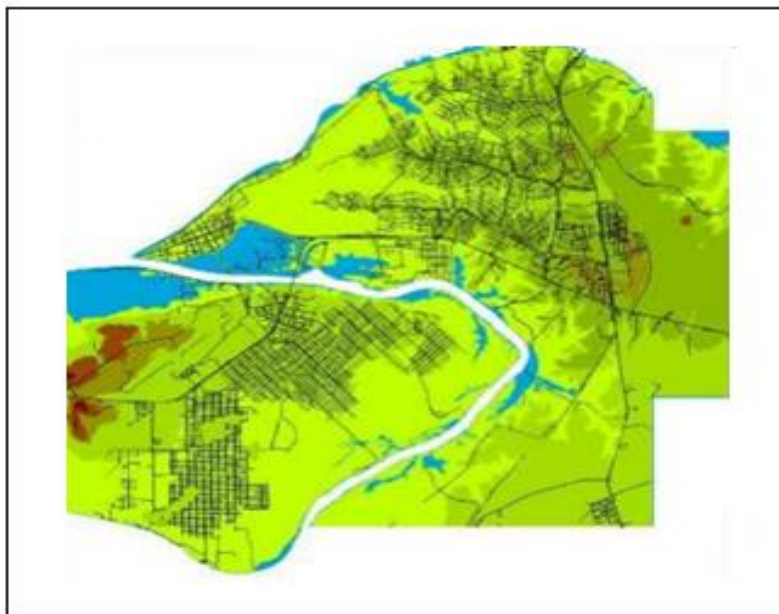
As inundações da cidade em estudo afeta os três núcleos em estudo Marabá Pioneira, Nova Marabá e Cidade Nova, com grandes inundações dentre eles, o bairro que mais sofre com inundações nos períodos de cheias é o Marabá Pioneira por se encontrar próximo as margens do rio Tocantins. A população mais prejudicada são as que moram nesse bairro e as que estão próximas a grota criminosa, na Nova Marabá, que corta várias folhas do bairro.

Nessas localidades encontram-se vários estabelecimentos que abastecem a população com diversidade de gêneros, como: alimentos, medicamentos, roupas, etc., e quando acontecem às enchentes essas atividades ficam totalmente ou parcialmente comprometidas por alguns meses, ou seja, acontecem prejuízos tanto morais quanto materiais, afetando a economia da região, principalmente para as pessoas de baixa renda que residem próximas aos rios. Por isso, uma necessidade de buscar procedimentos que ajudem no controle e/ou estagnação das inundações e de outros tipos de problemas ambientais que afetem a população da cidade de Marabá em curto,

médio e longo prazo, diminuindo assim, os impactos que esses fenômenos podem causar.

Segundo a Defesa Civil do Município de Marabá/PA (2006), os números de pessoas que são atingidas pelas enchentes variam de acordo com o nível dos rios. Na sequência, as próximas figuras apresentam mapas de simulações das enchentes em 4 tipos de cotas que são conferidas pela régua fluviométrica instalada na cidade de Marabá/PA, conforme as enchentes que aconteceram no município.

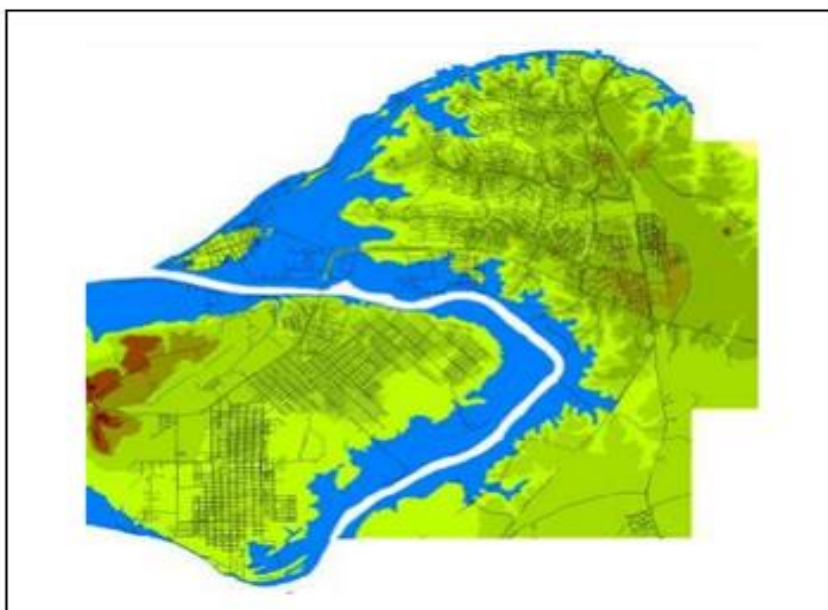
**Figura 12 - Mapa de Simulação de Enchente até a cota 80.**



**Fonte: Defesa Civil Municipal/ Relatório AVA-Marabá, 2006, p. 59.**

Se a enchente alcançar a cota de 80 que no caso é 8,12m acima do nível normal do Tocantins cerca de **7,08%** da área total dos três núcleos é atingida pela enchente, conforme demonstra a figura 12, correspondendo a 23,36% da Marabá Pioneira, 5,77% da Nova Marabá e 3,49% da Cidade Nova. A defesa civil do município criou esses “mapas de simulação de enchente” na cidade de Marabá/PA alcançando diversos tipos de cotas que corresponde a um valor em metros que o volume de água do rio Tocantins chega acima do seu nível normal, na tentativa de saber os números de pessoas que poderiam ser atingidas com a subida e quais principais núcleos que podem ser atingidos, em busca de alerta para evitar desde pequenos a grandes impactos socioambientais na cidade.

**Figura 13 - Mapa de Simulação de Enchente até a cota 82.**



**Fonte: Defesa Civil Municipal: Relatório AVA-Marabá, p59.**

A Defesa Civil de Marabá determina como “cota de alerta” o nível 10m que é a cota 82 descrita pela figura 15, já havendo alagamentos em grandes áreas urbanizadas como nos bairros do Cabelo Seco, Santa Rita e Santa Rosa, na Marabá Pioneira e na Folha 33 na Nova Marabá.

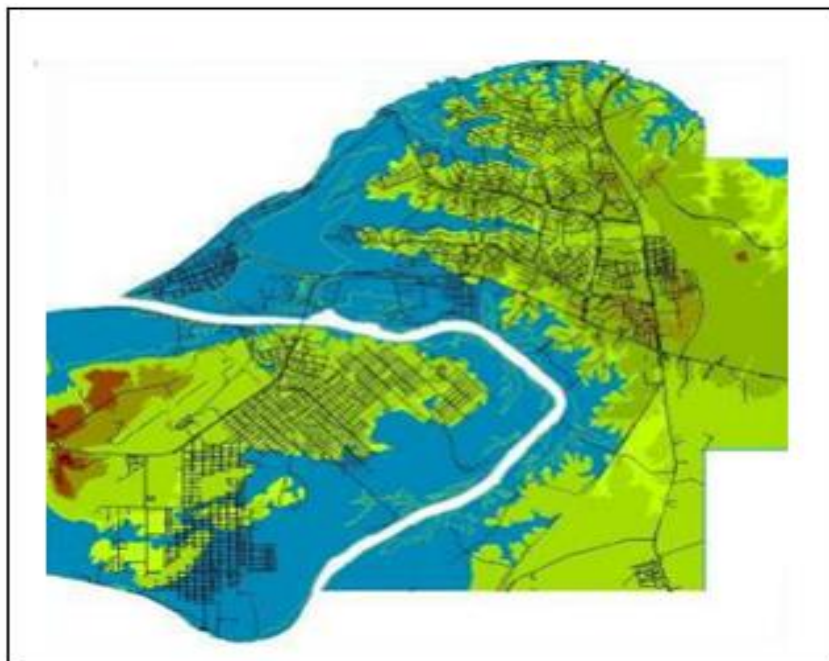
**Figura 14 - Mapa de Simulação de Enchente até a cota 84.**



**Fonte: Defesa Civil Municipal: Relatório AVA-Marabá, p. 60.**

Como ilustra a figura anterior, se a cota 84 for alcançada que no caso é nível de 12,12m acima do nível normal do Tocantins, o percentual sobe para **33,75%**, correspondendo a 91,12% da Marabá Pioneira, 20,80% da Nova Marabá e 33,7% da Cidade Nova.

**Figura 15 - Mapa de Simulação de Enchente até a cota 88.**



Fonte: Defesa Civil Municipal: Relatório AVA-Marabá, p. 60.

Quando a cota 88 for alcançada sendo 16,12m acima do nível normal do Tocantins como ilustrar a figura anterior, cerca de **50,21%** da área total é atingida, sendo 100% da Marabá Pioneira, 31,13% da Nova Marabá e 54,45% da Cidade Nova.

**Tabela 3 - Número de pessoas atingidas em relação ao nível alcançado das enchentes na cidade de Marabá**

Nível Alcançado	Pessoas Atingidas
<b>10,88m</b>	920
<b>11,88m</b>	5.990
<b>12,34</b>	11.316

Fonte: AVA, 2006. Organização: Thaís B. Portela.

Conforme a tabela 3 e os dados do relatório de avaliação da vulnerabilidade ambiental da cidade de Marabá, os números de pessoas atingidas pelas enchentes variam de acordo com o nível que o rio Tocantins pode alcançar, esses dados estão baseados com as enchentes que aconteceram na cidade, comparando desde as



pequenas, médias e grandes enchentes. Agravando os impactos que as mesmas causam na cidade, como por exemplo, a contaminação das águas do rio Tocantins relacionado aos lixos que são levados pelas cheias, fezes e urinas que em algumas partes da cidade são despejadas em céu aberto, contaminando o solo e, atingindo os moradores que são alcançados com a subida das águas durante as enchentes, atraindo em muitos casos doenças pelo contato com as águas contaminadas, também impactando a economia da cidade.

Outro ponto também muito importante durante a pesquisa foi ao oeste da cidade de Marabá nas margens do rio Tocantins, nas coordenadas S05°20.695' W049°12.273' com elevação de 76m, observado áreas desmatadas que serviram para iniciar um projeto de mineração que não teve continuidade, porém marcas de um solo bastante erodido, rachaduras podendo ocasionar desmoronamento de terra e assim, direcionando sedimentos em grande quantidade para o corpo hídrico, com resquícios de vegetações ombrófilas (babaçu e mangueira), conforme mostra a figura 16, logo abaixo.

O processo de erosão do solo ocorreu principalmente pela retirada de grande parte das vegetações perdendo sua consistência, causando a instabilidade do solo.

**Figura 16 - Erosão do solo na parte oeste da cidade de Marabá**



Fonte: Santos, S. S. 2015.

Portanto, o diagnóstico ambiental e social (dinâmica fluvial do rio Tocantins, balanço hídrico da cidade, regularidade da vazão, cobertura vegetal e evolução

populacional) possibilitou entender quais condições são favoráveis para formação de enchentes no espaço urbano da área de estudo, entre eles estão os condicionantes naturais, as cheias que acontecem a cada ano no rio Tocantins devido ao ciclo hidrológico e a grande quantidade de precipitações que acontecem em certos períodos e, que muitas vezes coincidem com o aumento do nível dos rios Itacaiúnas que também percorre pela cidade e, do rio Araguaia que possui sua foz próxima à cidade. Porém, os condicionantes sociais contribuem de forma significativa na elevação do nível das águas do rio Tocantins, através das ações antrópicas relacionadas à urbanização (diminuição da biota, pavimentação de ruas, telhados das casas, impermeabilidade do solo dificultando a infiltração das águas da chuva, canais fluviais urbanos provocando o aumento da velocidade das águas da chuva com grande quantidade de sedimentos e muitas vezes resíduo sólido produzido pela sociedade lançados ao rio Tocantins, falta de saneamento de esgotos, etc.).

Neste sentido, muitos impactos socioambientais ocasionados pelas enchentes (doenças de veiculação hídrica, destruição de alguns patrimônios públicos e privados, desalojamentos de alguns moradores, alteração da economia em relação ao custo durante as enchentes com a paralisação de muitos pontos comerciais, construções de abrigos para moradores atingidos e, após as enchentes com reconstrução dos patrimônios atingidos, cuidado da saúde dos moradores que entraram em contato com as mesmas, etc.), podem ser evitados com o conhecimento do espaço físico e geográfico, uma vez, o aumento das enchentes são reflexos principalmente do uso desordenado do solo e sem perspectiva ambiental, que diminuiria os impactos ocasionados pelas enchentes e outros impactos ambientais.

Desta forma, como proposta para controle de pontos susceptível a inundações e que podem ajudar a Defesa Civil da localidade seria a utilização de geotecnologias, que permitem através de dados e imagens satélites a observação e análise de uma determinada região dependendo da sua escala geográfica, o monitoramento e possíveis pontos críticos para moradia (mapeamento das vulnerabilidades às enchentes, conflitos e potencialidades), adiantando o que poderia ser prejudicial tanto a economia da cidade como a qualidade de vida populacional dos que ali moram e a degradação do meio ambiente. O SIG (Sistema de Informações Geográficas) e o Sensoriamento Remoto são ferramentas excelentes para esse tipo de monitoramento,

fora outras geotecnologias acessíveis. Nesse contexto, o uso e ocupação de outro espaço visando resolver as ameaças a inundações e os problemas de vulnerabilidade sociais enfrentados (quanto à saúde, a incomodidade, ao prejuízo de bens materiais, a mobilidade a cada enchente e acessibilidade urbana), se tornam uma prática de êxito, melhorando a qualidade de vida na malha urbana.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Á área de estudo sofre impactos ambientais devido a ocorrência de cheias do rio Tocantins atingindo a malha urbana que foi se expandindo em área de risco trazendo consequências no patrimônio social, econômico e ambiental da área em questão, por isso é necessário haver uma relação entre ambos para que possam viver harmoniosamente, evitando problemas ambientais que podem comprometer o bem estar de uma sociedade. A soma dos fatores físico-naturais e o uso inadequado do solo da cidade de Marabá devido à falta de conhecimento da sociedade em relação à dinâmica fluvial do rio Tocantins criou condições favoráveis para formação de cheias no espaço urbano. Sendo assim, a metodologia de análise sistêmica levou a integração de diversos conteúdos (geologia, geomorfologia, hidrografia, social, temporal), possibilitou a obtenção de dados relevantes para chegar a tais resultados, que são principalmente os impactos negativos para a sociedade ali inserida, como por exemplo, as pessoas que são atingidas em consequência de morarem próximas ao leito do rio, são afetadas na segurança e na saúde devido a entulhos que são carregados junto à correnteza do rio, e proliferações/contaminação de doenças que são desenvolvidas durante as cheias quando se tem o contato com água contaminada, parte dessa população que em sua maioria são de baixa renda, sofre com as consequências das enchentes.

Então, houve a necessidade de apresentar um diagnóstico ambiental em relação ao uso e ocupação do solo da cidade de Marabá analisando os principais elementos do meio físico, biótico e sócio-econômico que foram passíveis de modificação devido aos períodos de cheias do rio Tocantins, com a utilização de imagens de satélites e bancos de dados geográficos, geológicos, geomorfológicos, que facilitaram a leitura e interpretação da área em estudo, com caracterizações de aspectos relevantes e informações cartográficas de escalas compatíveis com o nível de detalhamento necessário para a pesquisa. Resumidamente o diagnóstico mostrou que o uso inadequado do solo da cidade em estudo cria condições favoráveis para os impactos negativos ocasionados pela formação de cheias no espaço urbano da mesma, agravando suas consequências através de modificações naturais da drenagem nos cursos d'água, como: pavimentações do solo, diminuição da vegetação

local, localização inapropriada em cima de área alagadiça, o que conseqüentemente levou as cheias invadirem uma parte da cidade, principalmente os bairros da Marabá Pioneira e alguns pontos dos outros dois núcleos Cidade Nova e Nova Marabá colocando a população em risco. Os principais avanços que a pesquisa mostrou vão além das características físicas, como a tipografia do sitio urbano, mas também através das modificações naturais na drenagem no curso d'água através das pavimentações da cidade, diminuição da biota, favorecendo as inundações no espaço urbano afetando a qualidade ambiental e os moradores dos espaços que são atingidos pelas mesmas.

E por ser uma relação complexa é preciso se pensar meios que ajudem na amenização dos riscos que as cheias podem causar, e uma das maneiras eficazes é a utilização de geotecnologias, que ajudam na leitura de dados espaciais para saber pontos alagadiços, para melhor entender a dinâmica da ocupação do espaço. Sabendo que a peculiaridade do rio Tocantins junto com a relação da cidade em questão é um agravante para a intensificação da ocorrência de enchentes no espaço urbano. A cidade de estudo se encontra em baixa altitude, solo composto principalmente por sedimentos de argila, areia, silte e cascalho, ocupação em locais irregulares, como o caso do núcleo da Marabá Pioneira, diminuição da cobertura vegetal, precipitações constantes em alguns meses do ano, etc., condicionando também a formação das enchentes.

## **REFERÊNCIAS**

AZEVEDO, J. (2007). **Situações de Riscos, Cheias e inundações**. Universidade do Minho, 6pp.

BERNARDI, E. C. S.; PANZIERA, A. G.; BURIOL, G. A.; SWAROWSKY, A.. **Bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental**. *DisciplinarumScientia. Série Ciências Naturais e Tecnológicas*, v. 13, p. 159-168, 2013.

**Caderno da Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia** / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006.

COSTA, H. **Enchentes no estado do Rio de Janeiro - Uma abordagem geral**. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001.

COSTA, J. A. **Desenvolvimento de um sistema de alerta de enchente aplicado aos planos de defesa civil em áreas de risco no estado do Pará utilizando Sistema de Informações Geográficas (SIG), caso: cidade de Marabá**. 2012. 196 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

**Caderno da Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia** / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006, p. 60.

CAMPOS, M. C. C. **Impactos no Solo da Conversão Floresta - Uso Agropecuário na Região Sul do Amazonas**. Instituto de Agricultura e Ambiente –IAA- Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Campus de Humaitá.

CPRM/Serviço Geológico do Brasil. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. **Marabá – Folha SB.22-X-D, Estado do Pará, Maranhão e Tocantins. Escala 1:250.000** / Organizado por Herbert Georges de Almeida, Paulo Augusto da Costa Marinho e Ruy Célio Martins – Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001.

ENGENHARIA ONDE JÁ CIVIL... **O ciclo da água**: Esquema do Ciclo Hidrológico (ou ciclo da água), 2011. Disponível em: <<http://engenhariaondejahcivil.blogspot.com.br/2011/03/o-ciclo-da-agua.html>> Acesso em: 19 jun. 2015.

FELIPE, L. B. **Geologia, Geomorfologia e Morfotectônica da Região de Marabá-PA**. Rio Claro, SP, 2012. 158f. Tese (Doutorado) - Geologia Regional, Universidade Estadual Paulista Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus de Rio Claro, 2012.

INFRAERO: Sigla para Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária/INFRAERO. Disponível em: <[http://licitacao.infraero.gov.br/arquivos\\_licitacao/2013/SRNO/089\\_ADNO\\_SBMA\\_2013\\_PG-e/AnexoV\\_b.pdf](http://licitacao.infraero.gov.br/arquivos_licitacao/2013/SRNO/089_ADNO_SBMA_2013_PG-e/AnexoV_b.pdf)> Acesso em: 08 ago. 2015.

IBGE: **Manual técnico de geomorfologia** / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598 ; n. 5).

\_\_\_\_\_: **Manual Técnico em Geociências**. Rio de Janeiro, 1992. P, 16 a 20.

KASPER, H. **O Processo de Pensamento Sistêmico: Um Estudo das Principais Abordagens a partir de um Quadro de Referência Proposto**. UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Engenharia – PPGEP Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2000.

MASCARENHAS, A. L. S; VIDAL, M. R. **Notas Preliminares de Geomorfologia Urbana e Meio Ambiente na Cidade de Marabá-PA**. Boletim Amazônico de Geografia (ISSN: 2358-7040 – on line), Belém, v. 02. N 03, p.105-119. jan./jun.2015.

NIMER, E. Descrição, análise e interpretação conceitual do sistema de classificação de climas de C. W. Thornthwaite. Geógrafo do IBGE. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, ano 39, núm.1, p. 92, Janeiro - Março 1977.

PEREIRA, I. C. N. **Análise da relação entre o uso do solo e a formação de enchentes utilizando o Sistema de Informação Geográfica**. Rio de Janeiro, 2007. Monografia (Especialização em Análise Ambiental e Gestão do Território) – Escola Nacional de Ciências Estatísticas, 2007.

PEITER, C. M. **Desastres naturais: enchentes e inundações e o papel do Estado e da sociedade na gestão de segurança pública**. Itajaí/SC, 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência Jurídica) – Universidade do vale do Itajaí, 2012. Disponível em: <<http://siaibib01.univali.br/pdf/Claudia%20Maria%20Peiter.pdf>> Acesso em: 10 set.2015.

PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL SÃO BERNARDO DO CAMPO. **Enchente, inundação e alagamento**, 2012. Disponível em: <<http://dcsbcsp.blogspot.com.br/2011/06/enchente-inundacao-ou-alagamento.html>>. Acesso em: 13 set. 2015.

PROJETO RADAMBRASIL. 1974. **Folha SB 22 Araguaia e parta da Folha SC.22 Tocantins; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação**. Departamento Nacional da Produção Mineral. Rio de Janeiro: s.n., 1974. Levantamento de Recursos Naturais. Volume 4.

SANTOS, D. M. **Análise e modelagem hidrometeorológica na bacia do rio Tocantins em Marabá – PA.** 2008. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

SILVA, M. **Prefácio.** In: TRIGUEIRO, A.(Org.). **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento.** 5. ed. Campinas, SP: Armazém do Ipê (Autores Associados), 2008.

TUCCI, Carlos E. M. **Água no meio urbano.** 1997. Disponível em: <[http://www.pec.poli.br/sistema/material\\_disciplina/fotos/%C3%A1guanomeio%20urbano.pdf](http://www.pec.poli.br/sistema/material_disciplina/fotos/%C3%A1guanomeio%20urbano.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2015.

\_\_\_\_\_; HESPANHOL, I. ; CORDEIRO NETTO, O.M.C. **Gestão da Água no Brasil.** Brasília: UNESCO, 2001.