

UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO - UNDB  
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

**GENYELLI LEANDRO DE OLIVEIRA MESQUITA.**

**DRENAGEM URBANA: ANÁLISE DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM NA  
RUA 11 NO BAIRRO DO MAIOBÃO.**

SÃO LUÍS – MA

2020

**GENYELLI LEANDRO DE OLIVEIRA MESQUITA**

**DRENAGEM URBANA: ANÁLISE DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM NA  
RUA 11 NO BAIRRO DO MAIOBÃO.**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentada como requisito parcial de  
Genyelli Leandro de Oliveira Mesquita,  
no curso de Arquitetura e urbanismo do  
Centro Universitário Dom Bosco.

Orientador: Me Prof<sup>o</sup>: José Antonio  
Lopes

SÃO LUÍS – MA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Centro Universitário – UNDB / Biblioteca

Mesquita, Genyelli Leandro de Oliveira

Drenagem urbana: análise dos problemas de drenagem na rua 11 no bairro do Maiobão. / Genyelli Leandro de Oliveira Mesquita. \_\_ São Luís, 2020.

104f.

Orientador: Prof. Me. José Antonio Lopes.

Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Curso de Arquitetura e Urbanismo – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2020.

1. Drenagem urbana. 2. Alagamentos. 3. Águas pluviais. I. Título.

CDU 626.86(812.1)

Drenagem urbana: análise dos problemas de drenagem na rua 11no bairro do Maiobão,  
na cidade de Paço do Lumiar – MA.

Monografia apresentada ao curso de Arquitetura e  
urbanismo do Centro Universitário Dom Bosco – UNDB,  
como requisito parcial para obtenção da primeira nota em  
Arquitetura.

Orientador: Prof<sup>o</sup>: José Antônio.

APROVADA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>o</sup> José Antonio (Orientador)

Centro Universitário de Ensino Dom Bosco – UNDB.

---

### **1º EXAMINADOR**

Centro Universitário de Ensino Dom Bosco – UNDB.

---

### **2º EXAMINADOR**

Centro Universitário de Ensino Dom Bosco – UNDB.

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, a minha irmã, aos meus amigos próximos Bianca e Wictor e principalmente ao meu esposo que foi meu maior incentivador.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus por ter me dado a oportunidade de poder cursar uma faculdade em um curso no qual somos capacitados a projetar, criar, organizar, distribuir, planejar espaços, realizar sonhos de pessoas.

Ao meu orientador José Antônio, que se propiciou a passar um pouco de seus conhecimentos, nos encontros que tivemos durante o andamento deste trabalho se dispôs a ajudar da melhor maneira.

Ao professor Marcio Jansen, que faz parte da concepção inicial deste trabalho, que sempre estava disposto a me atender qualquer dia da semana, e mostrando caminhos para que o tema se tornasse cada vez mais interessante.

A minha família que me deu todas as condições para que concluísse o curso, aos meus pais Geni e Carlos que sempre trabalharam duro para poder me dar o máximo de conforto e a me proporcionar um nível superior de ensino no qual eles não tiveram. A minha irmã Clenya que sempre estivemos juntas no andamento de nossas faculdades longe de nossos pais, sendo sempre companheira uma da outra.

Ao meu esposo Wellington que foi meu maior incentivador durante todo o curso, me ajudando a passar e a resolver os problemas que apareciam durante a formação e me fazendo perceber que no final tudo dará certo.

Aos meus amigos Bianka, Wictor, Joelson, Italo, Caoby, Daniela entre outros que de alguma forma ou de outra sempre nos ajudamos a passar pelas turbulências da faculdade.

Por fim, a esta instituição Centro Universitário Dom Bosco que me recebeu de braços abertos, e ao coordenador Marcio Smith que sempre esteve a disposição a resolver qualquer problema que por ventura viesse surgir e sempre a incentivar e conversar com seus alunos e mostrar a melhor maneira de como é ser um arquiteto responsável.

“Por isso não desanimamos. Embora exteriormente estejamos a desgastar-nos, interiormente estamos sendo renovados dia após dia.”

Coríntios 4:16

“Arquitetura não é um curso, é um caminho, percurso, dentre todas as artes, está me satisfaz, tira de mim o que sou capaz... até o que não sou me faz!”

Emanuel Souto

“Elegância, é liberdade de escolha”

Pllippe Starck

## RESUMO

O presente trabalho aborda um tema no qual todos os anos em alguma parte do Brasil sofre com esse tipo de dano, que são os alagamentos provocados pelas fortes chuvas, diante disso junto com esse problema sucede outros grandes problemas e danos para o poder público e principalmente para a população que é a que mais sofre por esse fato decorrente. Uma das principais causas que está relacionada com esse tipo de problema é a grande impermeabilização do solo, principalmente em cidades grandes e capitais a taxa de retirada de área verde para impermeabilização do solo é grande, logo com esse aumento de áreas impermeabilizadas e pouquíssimas áreas permeáveis resulta no aumento de inúmeras enchentes e prejuízos urbanos. A situação que acontece no município de Paço do Lumiar – MA, em especial no bairro do Maiobão é conforme o que foi dito anteriormente, deste modo esse trabalho tem o intuito de analisar uma das partes do bairro que vem sofrendo anualmente com a devastação que as fortes chuvas causam, é um bairro de grande extensão e importância para o município de Paço do Lumiar. A finalidade desse trabalho é investigar o sistema de drenagem da área e entender o porquê essa localidade sofre anualmente com as enchentes, e propor possíveis soluções para diminuir essa quantidade de água que chega com muita força destruindo ruas e casas. Foi realizado acompanhamento in loco, levantamento fotográfico no período de chuva e no período seco, análise de mapas para entender o curso e o fluxo da água, conversa com moradores, e alguns responsáveis do poder público para ter o conhecimento sobre a área estudada e assim aplicar as soluções propostas neste trabalho, tendo como principal objetivo o bem estar da população, para que futuramente as mesmas não passem por esses mesmos contratemplos.

**Palavras-chaves:** Drenagem urbana, Alagamentos, Espaços urbanos, Sustentabilidade, Maiobão.

## **RESUME**

The present work addresses a theme in which every year in some part of Brazil it suffers from this type of damage, which are the floods caused by the heavy rains. In addition to this problem, there are other major problems and damages for the public power and mainly for the population that suffers the most from this resulting fact. One of the main causes that is related to this type of problem is the great waterproofing of the soil, mainly in big cities and capitals the rate of removal of green area for waterproofing the soil is great, therefore with this increase of waterproofed areas and very few permeable areas results in the increase of countless floods and urban losses. The situation that happens in the municipality of Paço do Lumiar - MA, especially in the Maiobão neighborhood is in accordance with what was said earlier, so this work aims to analyze one part of the neighborhood that has been suffering annually from the devastation that heavy rains cause, it is a neighborhood of great extension and importance for the municipality of Paço do Lumiar. The purpose of this work is to investigate the area's drainage system and understand why this location suffers annually from floods, and propose possible solutions to reduce this amount of water that arrives with great force destroying streets and houses. Monitoring was carried out on the spot, photographic survey in the rainy and dry periods, analysis of maps to understand the course and flow of water, conversation with residents, and some government officials to gain knowledge about the area studied and so on. apply the solutions proposed in this work, having as main objective the well-being of the population, so that in the future they do not experience these same setbacks

**Keywords:** Urban drainage, Floods, Urban spaces, Sustainability, Maiob

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b>	
1.1	Introdução.....	18
1.2	Justificativa.....	21
1.3	Objetivos.....	21
1.3.1	Geral.....	21
1.3.2	Específicos.....	21
<b>2.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
2.1	Área de estudo.....	24
2.2	Aspectos locais.....	30
2.3	Delimitação da área para implantar o projeto.....	31
<b>3.</b>	<b>EMBASAMENTO EM CONCEITOS TEÓRICOS.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1</b>	<b>URBANIZAÇÃO E CRESCIMENTO URBANO.....</b>	<b>32</b>
3.1.1	Urbanização Brasileira.....	35
3.1.2	Impactos de uma urbanização desordenada.....	35
<b>4.1</b>	<b>ÁGUAS PLUVIAIS URBANA.....</b>	<b>38</b>
4.1.1	Manejo de águas Pluviais.....	39
4.1.2	Problemas Causados por Áreas Impermeabilizadas.....	41
4.1.3	Construção Próximo a Bacia de Rios.....	45
<b>5.1</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTAIS E SANEAMENTO.....</b>	<b>50</b>
5.1.1	Planos Municipais de Saneamento Básico.....	51
<b>6.1</b>	<b>SISTEMAS SUSTENTÁVEIS DE DRENAGEM.....</b>	<b>54</b>
6.1.1	Sistema de Biorretenção – Jardim de Chuva.....	55
6.1.2	Pavimentos Permeáveis.....	60
<b>4.</b>	<b>DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>62</b>
4.1	Dados socioeconômico de Paço do Lumiar.....	63
4.2	Aspectos do bairro Maiobão.....	64
4.3	Área de preservação.....	69
4.4	Saneamento e infraestrutura.....	71
4.4.1	Saneamento ambiental na grande São Luís e regiões metropolitanas .....	71
4.4.2	Abastecimento de água e esgoto.....	75
4.4.3	Coleta de lixo.....	75

4.4.4	Energia e iluminação publica .....	75
4.4.5	Pavimentação.....	76
4.4.6	Transporte publico.....	78
4.4.7	Análise pluviométrica.....	81
<b>5.</b>	<b>MÉTODOS E MATERIAIS.....</b>	<b>84</b>
5.1	Identificação da bacia hidrográfica que percorre pelo bairro do Maiobão.....	84
5.2	Delimitação de bacia de contribuição.....	86
5.3	Vistoria da área de contribuição.....	87
5.3.1	Existência de talvegue no curso da água.....	87
5.3.2	Identificação de ponto de lançamento das águas pluviais.....	88
5.3.3	Área de intervenção direta e indireta.....	89
5.3.4	Identificação dos pontos de boca de lobo e galerias.....	90
5.3.5	Levantamento dos fluxos das ruas .....	92
5.4	Projeto.....	93
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS E CONCLUSÕES.....</b>	<b>95</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>97</b>

<b>ANEXO A.....</b>	<b>implantação</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>planta baixa praça</b>
<b>ANEXO C.....</b>	<b>corde praça</b>
<b>ANEXO D.....</b>	<b>prancha jardim de chuva padrão</b>
<b>ANEXO E .....</b>	<b>prancha jardim de chuva 02</b>
<b>ANEXO F.....</b>	<b>prancha jardim de chuva 03</b>
<b>ANEXO G.....</b>	<b>prancha de rua de pav. permeável</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – metodologia usada para o desenvolvimento desse trabalho.....	23
Figura 02 – localização da cidade de Paço do Lumiar.....	24
Figura 03 – localização do bairro Maiobão.....	25
Figura 04 – delimitação do município, bairro e seus principais acessos.....	26
Figura 05 – 1984.....	27
Figura 06 – 1994.....	28
Figura 07 – 2004.....	28
Figura 08 – 2014.....	29
Figura 09 – 2019.....	29
Figura 10 – taxas de urbanização das regiões brasileiras.....	34
Figura 11 – processo de urbanização.....	36
Figura 12 – absorção da água na zona rural e na cidade.....	43
Figura 13 – esquema de inundações.....	46
Figura 14 – aspectos do rio.....	46
Figura 15 – bacia esquemática.....	48
Figura 16 – topografia natural.....	49
Figura 17 – traçado urbanístico de ruas, liberando o fundo do vale, as águas escoem superficialmente pelas calhas das ruas.....	49
Figura 18 – ocupação bloqueando o fundo do vale, exige a colocação de bocas de lobo e tubulações.....	49
Figura 19 – quatro serviços básicos do saneamento.....	52
Figura 20 – sequência cronológica do PMSB.....	53
Figura 21 – superfície de infiltração/ Portland 2002.....	56
Figura 22 – caixa de descarga de excesso.....	58

Figura 23 – exemplo de como funciona um jardim de chuva.....	59
Figura 24 – jardim de chuva de Portland.....	60
Figura 25 – pavimento permeável.....	61
Figura 26 – pavimentos permeáveis.....	61
Figura 27 – localização do shopping Pátio Norte.....	68
Figura 28 – localização gráfica do rio Paciência e seus afluentes.....	70
Figura 29 – afluentes do rio Paciência nas proximidades do Maiobão.....	70
Figura 30 – queima da mata ciliar nas proximidades do Maiobão.....	71
Figura 31 – Av. 11 Maiobão.....	76
Figura 32 – Rua do Maiobão.....	77
Figura 33 – rua do Maiobão.....	77
Figura 34 – rua do Maiobão.....	77
Figura 35 – rua do Maiobão.....	77
Figura 36 – rua centro e trinta e nove.....	78
Figura 37 – rua 11.....	78
Figura 38 – rua 11.....	78
Figura 39 – Av. três.....	78
Figura 40 – ônibus da empresa Ipanema.....	79
Figura 41 – avaliação pluviométrica março de 2019.....	82
Figura 42 – rua 11.....	83
Figura 43 – rua 11.....	83
Figura 44 – rua 11.....	83
Figura 45 – rua 11.....	83
Figura 46 – delimitação das bacias hidrográficas de São Luís.....	84

Figura 47 – bacia do rio Paciência.....	85
Figura 48 – área de contribuição do escoamento natural da água.....	89
Figura 49 – galeria.....	91
Figura 50 – boca de lobo.....	91
Figura 51 – proposta projetual.....	94
Figura 52 – exemplo de jardim de chuva implantado na avenida.....	96
Figura 53: planta baixa dos jardins de chuva padrão implantados na avenida.....	97
Figura 54: cortes de jardim de chuva.....	97
Figura 55: jardim de chuva implantado na avenida.....	98
Figura 56: praça-piscina.....	98
Figura 57: praça-piscina.....	99

## LISTA DE MAPAS

Mapa 01 - mapa topográfico do bairro Maiobão.....	30
Mapa 02 – delimitação da área de intervenção direta e indireta.....	31
Mapa 03 – mapa de localização de instituições educacionais no Maiobão e adjacências 65	
Mapa 04 – mapa de localização de pontos comerciais do Maiobão e adjacências.....	67
Mapa 05 – mapa de localização de instituições de saúde do Maiobão.....	69
Mapa 06 – trajeto dos ônibus no bairro Maiobão.....	80
Mapa 07 – mapa das bacias hidrográficas de São Luís.....	85
Mapa 08 – delimitação da bacia de contribuição e da área onde fica aruá 11.....	86
Mapa 09 – localização da rua 11.....	87
Mapa 10 – localização da Av. 12.....	88
Mapa 11 – área de intervenção direta e indireta.....	90
Mapa 12 – mapa de localização de bocas de lobo e galerias.....	91
Mapa 13 – mapa de uso e ocupação do solo.....	92
Mapa 14 - mapa de levantamento dos fluxos das ruas.....	93

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 01 - crescimento da população brasileira em décadas.....	33
Tabela 02 – taxas de infiltração das águas pluviais para diferentes tipos de ocupação de solo e pavimentos.....	42
Tabela 03 – causas e consequências.....	47
Tabela 04 – comparação dos indicadores de atendimento no Brasil, Nordeste, Maranhão e caema .....	72
Tabela 05 – rede de água e esgoto e coleta de lixo – regiões metropolitanas de São Luís.....	73

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 01 – faixa etária.....	63
Gráfico 02 – escolaridade do município.....	64
Gráfico 03 – estimativa de renda no período entre 1982 a 1992.....	66
Gráfico 04 – montante de recursos investidos em regiões metropolitanas (em R\$ milhões) 2008 – 2013.....	73
Gráfico 05 – tempestades históricas em médias anuais em São Luís.....	81

# 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

## 1.1 Introdução

Um dos contratempos que mais causam prejuízos atualmente na vida de populações principalmente de grandes cidades e capitais são as enchentes, lamentavelmente essa situação acontece anualmente, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - IBGE (2011) a população aumentou 37,22% nos últimos 50 anos. As possibilidades ofertadas pelas cidades de uma vida melhor, como um melhoramento nas condições financeiras e acessos básicos mais fácil como a educação e a um hospital por exemplo, fez com que nas últimas décadas houvesse um grande número de saída de pessoas do campo para as cidades, causando um crescimento urbano e um espaçamento acelerado, de tal modo onde não houve tempo nem previsão para um planejamento das cidades para que seus serviços básicos como saneamento e infraestrutura suportassem essa demanda.

O crescimento urbano agilizou na segunda metade do século XX, a medida que as pessoas saíam de suas pequenas cidades ou do campo para ir tentar a vida nas grandes cidades e capitais começavam aglomerações de pessoas em pequenos espaços onde se tornavam cada vez maior, diante disso os efeitos nos ecossistemas aquáticos e terrestres e para a população estavam ficando bem mais complicado com inundações, doenças e perda de qualidade de vida. Esse é um fato que ocorre pela ausência de planejamento e espaço do controle urbano que causa consequências diretas sobre a infraestrutura de água: abastecimento, esgotamento sanitário, águas pluviais (drenagem urbana) e resíduos sólidos. Tucci ( 2006)

Com o crescimento populacional desordenado, o sistema drenagem urbana e as águas do meio urbano, faz com que esse tipo de serviço presente na lei de saneamento básico 11.445 de 05 de janeiro de 2007, se torne um simples coadjuvante em meio a tantos problemas que as grandes cidades enfrentam, gerando muito contratempos no meio urbano decorrente disso.

Com todo esse aspecto de urbanização desordenada, um ponto importante a ser mencionado no meio urbano e uma das principais causas do aumento de enchentes, se dá pela mudança de áreas sem revestimento (áreas permeáveis) para áreas impermeáveis. As grandes áreas impermeabilizadas, aumenta a temperatura do ambiente, produz ilhas de calor, que é muito comum observar este fato nos grandes centros urbanos,

onde o asfalto e concreto prevalece. Segundo Tucci, 2006 durante o processo de desenvolvimento urbano, o terreno usado para novas construções consiste em: limpeza de terrenos para loteamentos, construções de ruas, calçadas, avenidas, rodovias, construção de novos bairros, ou aumento desses bairros invadindo áreas de cobertura vegetal retirando e impermeabilizando, como consequência disso o aumento de sedimento é significativo em decorrência desses acontecimentos como: erosão das superfícies, gerando grande áreas degradadas; Assoreamento das seções da drenagem, com redução da capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos urbanos; transporte de poluentes que contaminam as águas pluviais devido ao sedimento.

O problema das cheias urbanas constitui um dos principais desafios das grandes cidades na atualidade. Os prejuízos são inúmeros, afetando diversos aspectos da vida urbana, interferindo com os setores de habitação, transporte, saneamento e saúde pública entre outros. (MIGUEZ; VERÓL; REZENDE, 2016. Pág. 07)

Esse aumento de impermeabilização do solo tem como consequência um excesso sobre o sistema de drenagem, pois o aumento e a velocidade do volume da água no escoamento superficial possibilita maiores situações de alagamentos e cheias, e esse aumento de pico se dá em função de grandes áreas impermeabilizadas, comprometendo a população que fica em primeiro plano quando o desastre acontece, seja ele material ou humanos.

O sistema de drenagem urbana, e a expansão do espaço urbano não se complementam, pois, à medida que a cidade cresce, o sistema de drenagem não acompanha esse crescimento com tantos fatores que ocorrem em decorrência disso, logo esse sistema não suporta os grandes volumes de água, gerando para o poder público grande prejuízo e investimentos carregados.

Este trabalho será realizado no município de Paço do Lumiar, região metropolitana de São Luís – MA no bairro do Maiobão, onde segundo o IBGE a população do município é estimada em 122.117 pessoas. O bairro do Maiobão localizado no município de Paço do Lumiar região metropolitana de São Luís passa sempre por esse problema de drenagem, onde vários contratemplos acontecem, moradores relatam que as fortes chuvas causam vários alagamentos em várias ruas do bairro. Diante disso como mitigar os impactos das águas pluviais na rua 11 no bairro Maiobão?

Nessas ruas os motoristas e motociclistas não conseguem trafegar, ou ficam ilhados, segundo o laboratório de meteorologia da UEMA, em um comparativo do mês de março de 2018 e março de 2019 teve um alto índice de volume de chuva, e o bairro do Maiobão foi um dos mais afetados, pois os alagamentos na área foram devastadores e o prejuízo que as fortes chuvas deixaram também foram grandes tanto para os órgãos públicos, como principalmente para os mais afetados que foram os moradores.

Algumas alternativas serão mostradas no decorrer desse trabalho, na tentativa de diminuir os impactos causados pelas fortes chuvas nesse bairro no sistema de drenagem existente, os usos de novas tecnologias serão essenciais para o desenvolvimento desse trabalho numa área de estudo no bairro no Maiobão em Paço do Lumiar – MA, a hipótese será de usar o sistema de drenagem urbana sustentável como: o sistema de biorretenção (jardins de chuva) e as estruturas-reservatório (pavimentos permeáveis). Os quais essa técnica já é muito utilizada em cidades de países desenvolvidos como Seattle e Portland (EUA).

No primeiro capítulo, o trabalho mostra a metodologia usada para o seu desenvolvimento, os dados apurados e analisados, os levantamentos de cada análise para obter resultados e aplicar em propostas futuramente, abordagens sobre a questão da inundações do local e o comportamento das águas pluviais, assim como entrevistas com moradores locais para relatar o que acontece com a região mais afetada.

No segundo capítulo, são abordados temas relacionados aos problemas de drenagem, com uma fundamentação teórica que fala especificamente do assunto desde o início com o aumento da população nas cidades a partir do século XIX, e assim os problemas foram se agravando ano a ano e o número de habitantes também aumentando sobrecarregando o sistema de infraestrutura, os autores também mostram porque isso acontece e abordam as possíveis soluções.

No capítulo posterior, é o diagnóstico da área, após todos os dados e levantamentos apurados na metodologia, o diagnóstico serve para esclarecer e analisar a fundo as questões dos problemas do bairro, elaborar mapas e gráficos, entre visitas in loco.

Por fim, no quarto capítulo, mostram os métodos e materiais usados a partir do resultado do diagnóstico para a implantação do projeto, como foi implantado e como será aplicado nas áreas onde serviram para diminuir o fluxo das águas pluviais.

## **1.2. Justificativa**

Este estudo aborda os problemas relacionados a drenagem urbana no bairro do Maiobão no município de Paço do Lumiar região metropolitana de São Luís, onde várias vias que circulam o bairro ficam alagadas, causando maiores contratempos para a população, para o trânsito, tendo em vista que este bairro serve de acessos para outros bairro e para o município de São José de Ribamar, o bairro do Maiobão tem uma importância econômica fundamental para o município, pois é um bairro relativamente grande no qual a população que reside não depende deslocar de lá para ir a outros bairros a procura de supermercados, feiras, etc.

Esse trabalho de conclusão de curso de arquitetura e urbanismo, trará dados e registros que servirão como referências para representantes do município de Paço do Lumiar, companhias governamentais públicas, estudiosos sobre o assunto na região, estudantes da área como arquitetura e urbanismo, engenharia, etc., pois o objetivo da pesquisa é entender como funciona o sistema e entender possíveis causas, este trabalho também pode servir de referências bibliográficas, haja vista que o assunto abordado dará parâmetros para diversas áreas.

Apresentará dados que servirão de apoio e análise para as áreas e que estudiosos de tal assunto, logo, a pesquisa trará dados de elaboração de mapas, relatórios fotográficos, relatos de moradores, gráficos, e qualquer metodologia que servirá para que esse trabalho tenha um bom desempenho.

## **1.3 Objetivos:**

1.3.1 Geral: Realizar estudo preliminar de drenagem superficial urbana, numa área de estudo no bairro do Maiobão em Paço do Lumiar – Ma.

1.3.2 Específicos: - Estudar sobre sistemas de drenagem urbana;  
- Identificar o contexto urbano;  
- Analise dos problemas de drenagem do bairro do Maiobão, Paço do Lumiar – MA.

## 2 METODOLOGIA

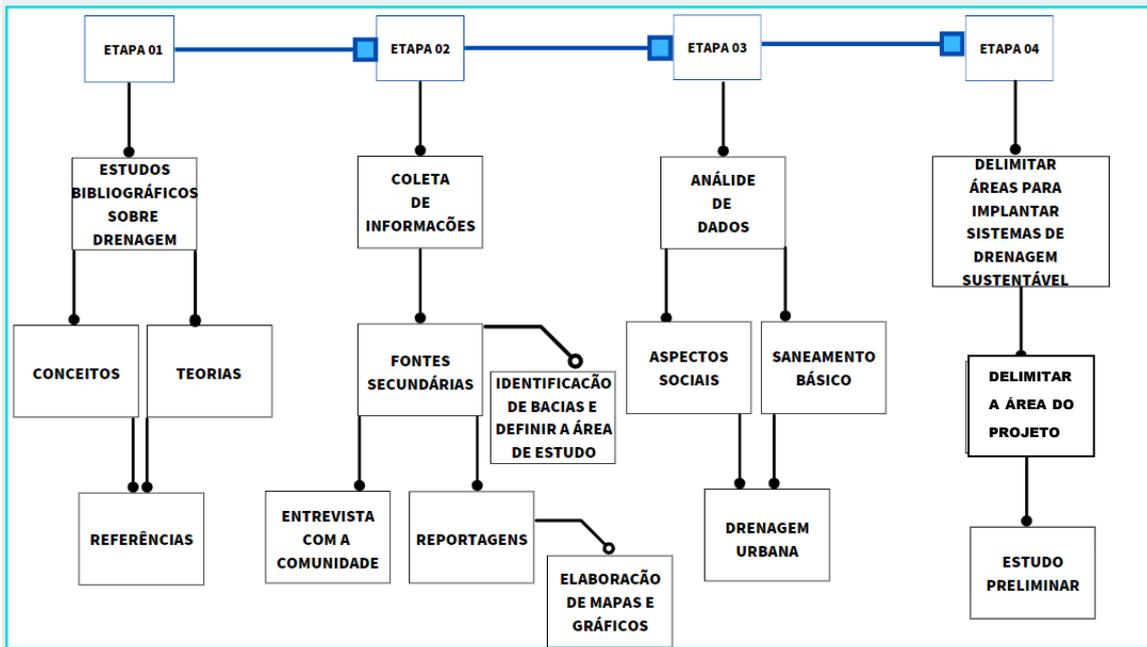
Este trabalho trata-se de uma pesquisa explicativa realizado por Mesquita 2020, num bairro do município de Paço do Lumiar – MA, região metropolitana de São Luís, o trabalho tem que tem a finalidade de identificar os fatores que contribuem as circunstâncias de inundações na área de estudo, e entender o porquê há grandes problemas no quesito infraestrutura urbana relacionado a drenagem urbana, com o intuito de após estudos e análises da área, propor uma solução para que possa diminuir os impactos que o poder público e principalmente a população tanto sofrem anualmente.

Para a composição deste trabalho foram feitas pesquisas em bibliografias, pesquisas em sites oficiais, normas, leis, trabalhos científicos acadêmicos, etc., para entender porque a área de estudo (Maiobão) passa por tantos contratempos ano a ano durante a época de chuva. Vale ressaltar que para o desenvolvimento desse trabalho foi estudado como um Plano Municipal de Saneamento Básico funciona, e a melhor forma de usá-lo e melhora-lo para a área estudada no quesito drenagem urbana.

Para o progresso do estudo, a análise de termos relacionados a saneamento a drenagem e principalmente a drenagem sustentável é essencial, para obter informações necessárias, para saber se o local de estudo pode ou não estar apto para receber esse tipo de serviço de saneamento. Várias cidades ao redor do mundo passam por problemas de inundações e enchentes principalmente na época de chuva devido a urbanização desordenada e também a grandes taxas de áreas impermeabilizadas.

Para mitigar esses impactos da natureza existem alternativas na qual algumas cidades do mundo e algumas do Brasil aderiram, as técnicas de drenagem sustentáveis que se fundamentam na contenção e absorção de água de chuva como o jardim de chuva e pavimentos permeáveis, mas para entender melhor, o desenvolvimento desse trabalho, serão necessárias várias análises, desde estudo de teóricos, análise e estudo de trabalhos que fizeram tal experiência com a técnica de drenagem sustentável, a análise em cidades que já utilizaram técnicas parecidas em relação a drenagem urbana e drenagem sustentável, levantamento de dados, diagnóstico, entrevistas com moradores, entre outros. (Fig. 01)

**Figura 01-** Metodologia usada para desenvolvimento desse trabalho



Fonte: elaborado pela autora. (2020)

A metodologia de estudo para a construção desse trabalho, foi baseada em teóricos como: Tucci (2011), Righetto (2009), Barros (2005), Canholi (2014), Miguez; Verol; Rezende (2016), Botelho (2011), Suzuki; Azevedo; Junior (2014), ambos todos os teóricos relatam as causas e os problemas que resultam as enchentes e inundações principalmente nas grandes cidades e capitais, mostram técnicas de drenagem sustentável e melhor forma de aplica-la. Vale ressaltar que também foram utilizados artigos, e trabalhos acadêmicos que usaram as técnicas de manejo de águas pluviais e controle de inundações e enchentes e execução de drenagem sustentável, leis federais, pesquisas em sites oficiais entre outros.

Visitas feitas in loco para obter as informações necessárias sobre o bairro e a área de estudo em questão, fazer o acompanhamento na área na época de chuva, além de registros fotográficos, reportagens, entrevistas com moradores do local e etc., além disso o uso de softwares como: AutoCad, Sketshup, Google Earth, Canva, excel.

As fotos coletadas, a conversa com a comunidade, os relatos encontrados em reportagens e aplicativos como o google earth vão possibilitar a construção de mapas e gráficos além de poder visualizar a cronologia do bairro e fazer observações das alterações ambientais no decorrer dos anos, a análise de mapa topográfico da área também irá ajudar a entender o fluxo natural da água.

Após toda coleta de dados e informações durante a pesquisa sobre o entorno, será elaborado um estudo preliminar da área estudada, expondo suas principais carências, tendo como objetivo elaborar um programa de necessidades com um propósito para mitigar os problemas encontrados em relação a drenagem urbana, o desenvolvimento do estudo preliminar desse projeto tem o propósito de tentar se adaptar as condições que a área possa permitir, com perspectiva de que o resultado final realmente possa servir como canal para diminuir os problemas e impactos causados pelos estragos das águas pluviais.

## 2.1 Área de estudo

A cidade de Paço do Lumiar, no Maranhão (Fig. 02) é uma região metropolitana da capital São Luís, segundo dados do IBGE a população do município é estimada em 122.117 habitantes, seus principais bairros são Maiobão, Maioba, Mocajituba, Iguaíba e Porto do Mocajutuba.

**Figura 02-** Localização da cidade de Paço do Lumiar – MA.



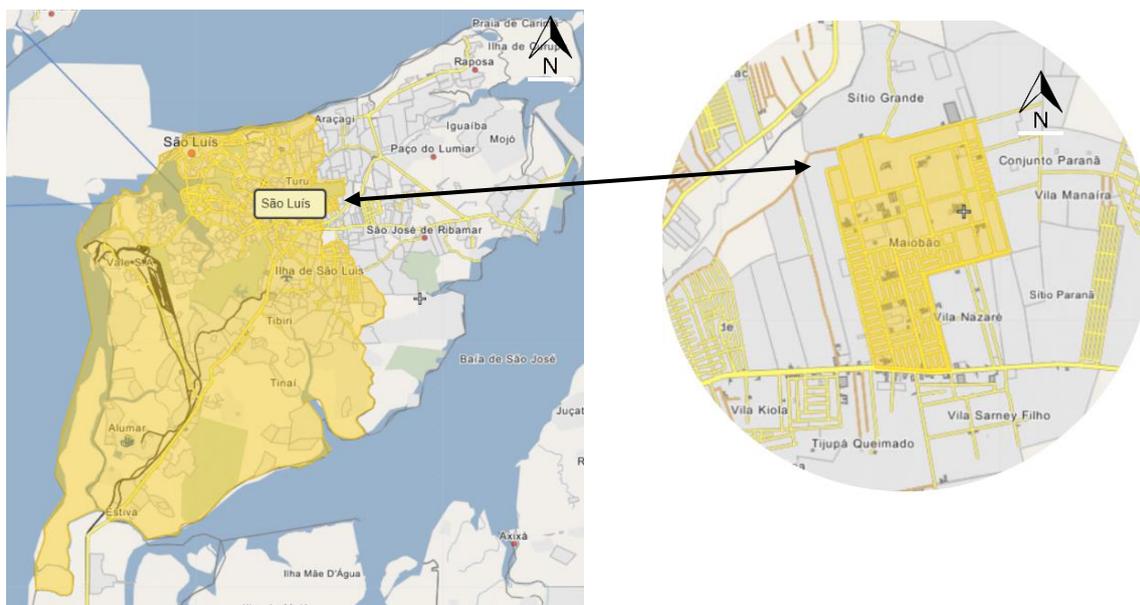
Fonte: IBGE(2014)

Paço do Lumiar é um município assim como muitos no Brasil que sofre com alguns contratempos relacionados a infraestrutura urbana, como por exemplo as

inundações, no período de grandes chuvas, é comum a população passar por alguns impasses devido aos impactos que as fortes chuvas causam como: ruas destruídas, casas alagadas, perdas de materiais, etc. O bairro do Maiobão é um exemplo disso, é considerado o bairro maior do município e está em constante desenvolvimento, pois o bairro cresce muito ano após ano, iniciado na década de 80 o bairro passou por grandes transformações urbanísticas e diante esse crescimento, veio com eles os problemas que também tem a ver com a falta de planejamento urbano. O Maiobão atualmente pode ser classificado um bairro misto, por seu um bairro residencial e comercial, e obter vários serviços e equipamentos sem haver necessidade da população que lá reside se deslocar para outros bairros distantes a procura de serviços básicos como bancos, farmácias, hospitais, supermercados, etc.

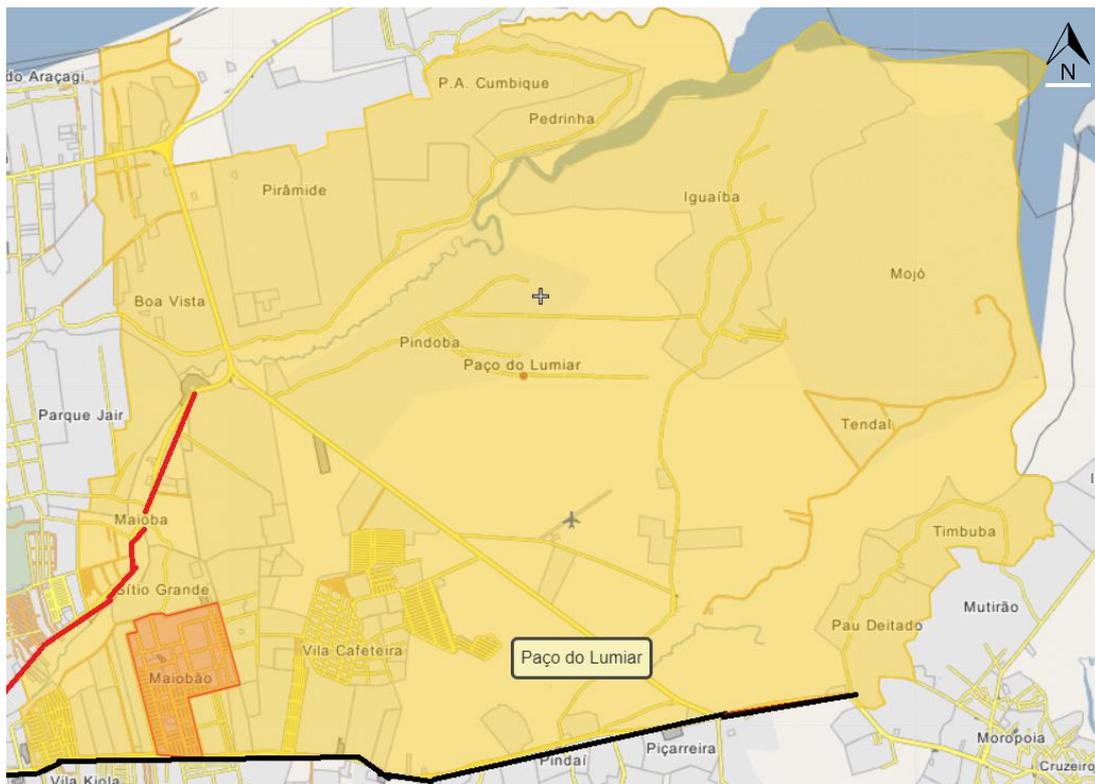
O bairro do Maiobão localizado no município de Paço do Lumiar região metropolitana de São Luís (Fig. 02 ), tem seu principal acesso pela estrada de Ribamar e estrada da Maioba (Fig. 03), desde que o bairro foi criado constantemente passa por algum problema relacionado a infraestrutura (abastecimento de água, pavimentação das ruas, drenagem urbana pluvial, segurança, etc.) onde cabe ao poder público municipal tentar resolver tal questão, no qual onde os maiores prejudicados é sempre a população que é obrigada a conviver com esse tipo de situação.

**Figura 03** – Localização do bairro Maiobão



Fonte: google Earth

**Figura 04 - Delimitação do município, do bairro e seus principais acessos.**



Fonte: google earth. Apatado pela autora (2020)

- Estrada de Ribamar
- Estrada da Maioba
- Paço do Lumiar
- Maiobão

É um fato que esse bairro tem uma grande importância para o município de Paço do Lumiar, se desenvolveu rapidamente ao longo dos anos, e com esse desenvolvimento trouxe um olhar para empreendedores e investimentos para o local e região, diante disso é fundamental um planejamento urbanístico para essa localidade, para evitar grandes danos ou pelo menos diminuir os impactos sobre a população que reside nesse local, aumentando as condições e melhoria do bairro para o município e qualidade de vida dos moradores.

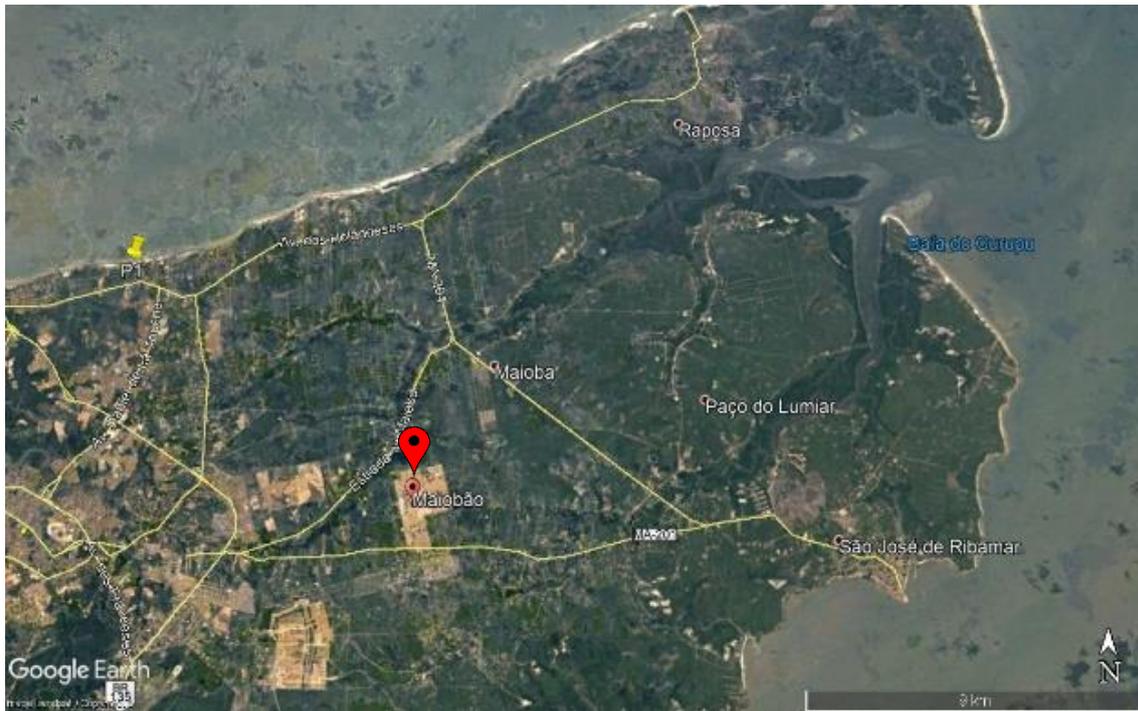
O bairro do Maiobão foi criado na década de 80 e desde então cresceu muito, o bairro se desenvolveu rapidamente o número da população também aumentou, como o crescimento do bairro e da população obteve investimentos de grandes empreendedores como redes de supermercados, lojas de grande porte, farmácias, drogarias, shopping, bancos, e outros empreendimentos.

Com o crescimento do bairro a falta de planejamento urbano foi um dos fatores para que o bairro crescesse de forma desordenada em locais no qual futuramente

a população viria a passar por algumas consequências a grande taxa de impermeabilização do solo é uma das principais causas de inundações e enchentes.

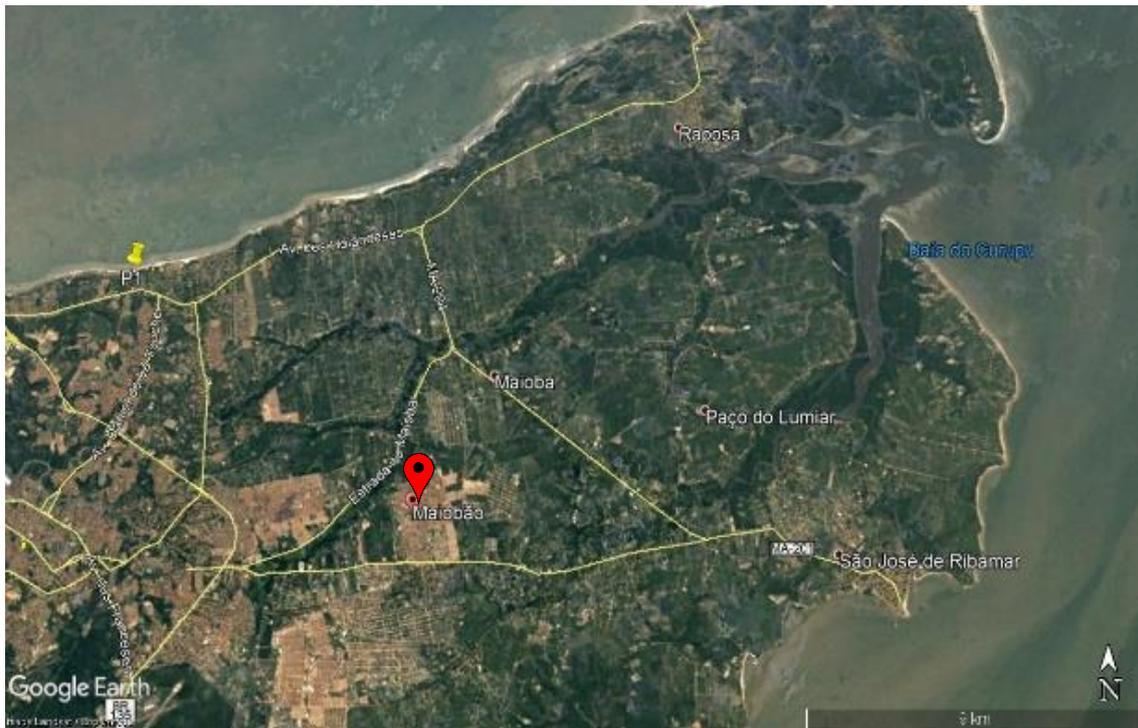
Cronologia do bairro Maiobão Figuras 05, 06, 07, 08,09.

**Figura 05 – 1984**



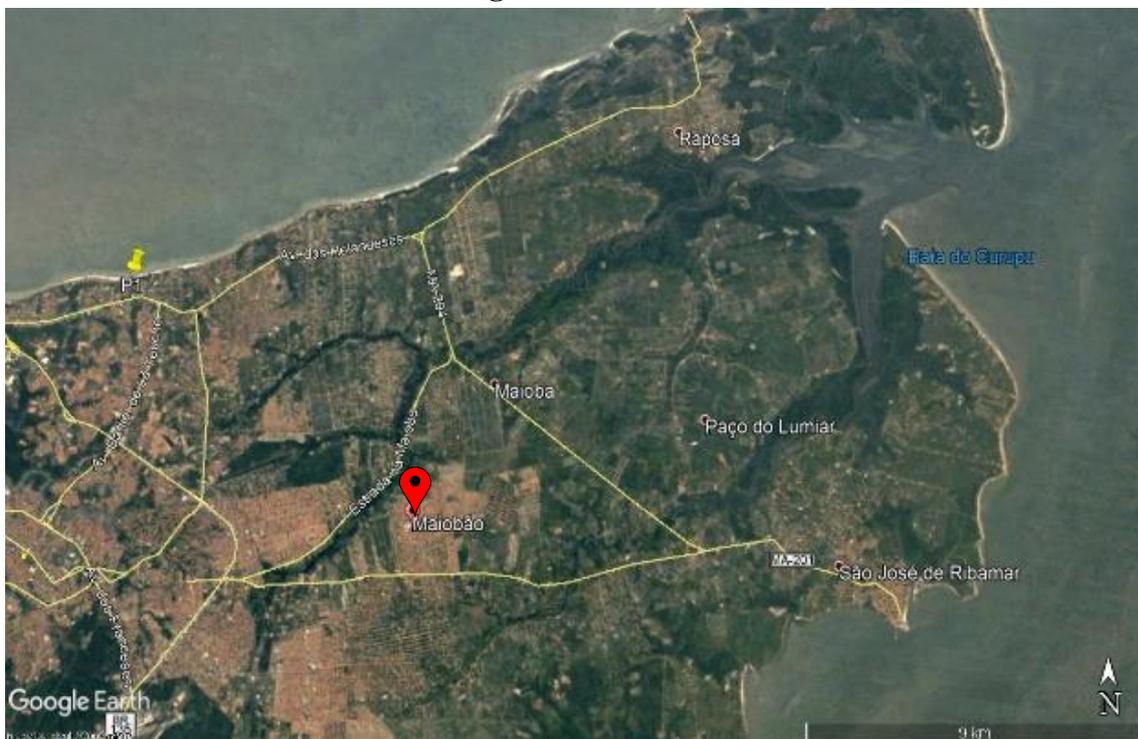
Fonte: google Earth

**Figura 06 – 1994**



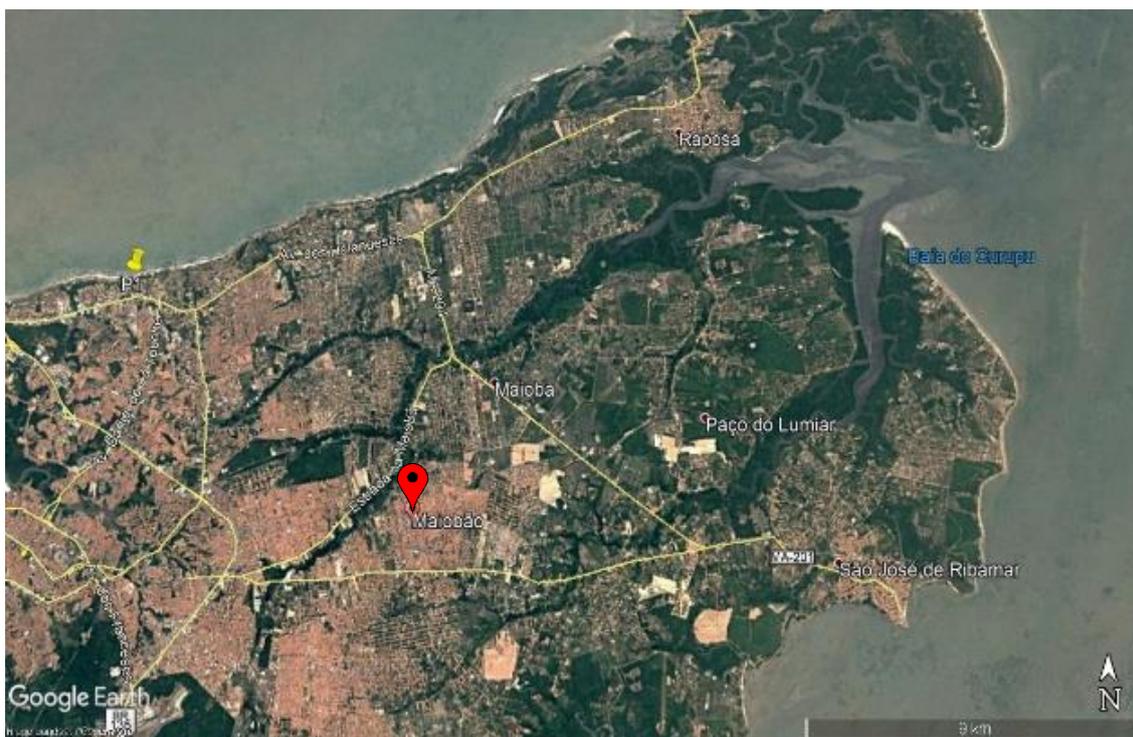
Fonte: google Earth

**Figura 07 – 2004**



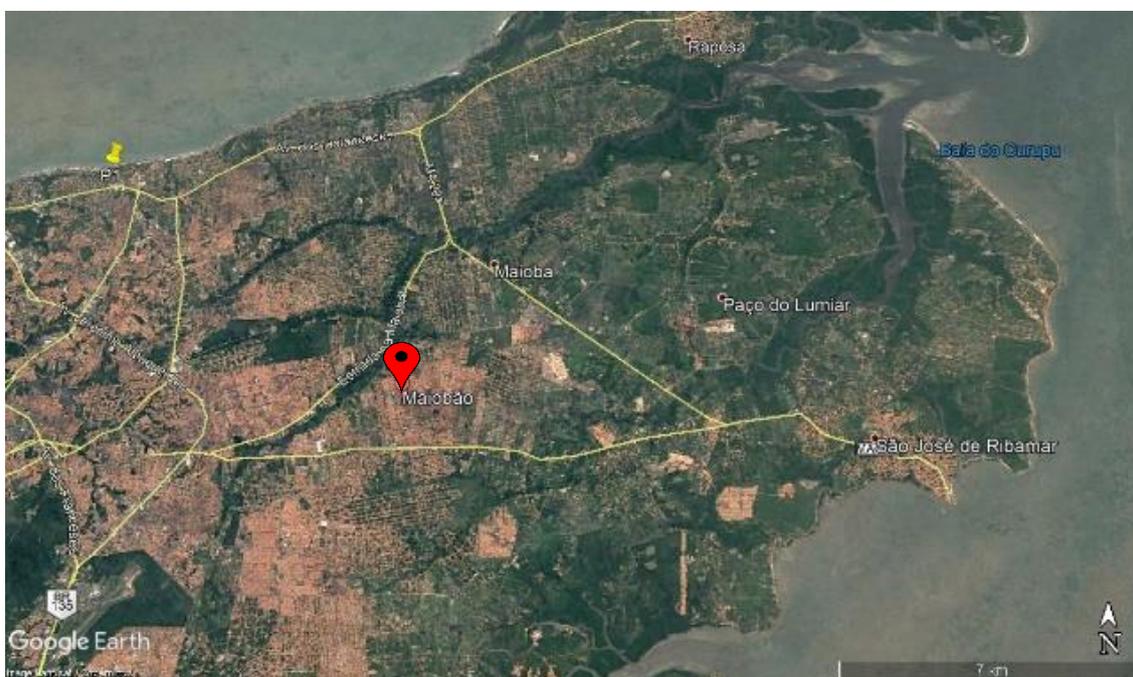
Fonte: google Earth

**Figura 08: 2014**



Fonte: google Earth

**Figura 09: 2019**



Fonte: google Earth

Como pode-se notar nas figuras acima, o crescimento do bairro foi acelerado, desde a década de 80 quando iniciou até a década atual, nota-se também que

quando o bairro iniciou existia uma grande área verde em seu entorno que com o passar dos anos a medida que foi crescendo a área verde foi diminuindo, e nas áreas que antes eram permeáveis se tornaram impermeáveis com construções de casa, ruas e avenidas.

## 2.2 Aspectos Locais

O bairro do Maiobão, possui uma topografia um pouco densa, com muitos desníveis, o mapa do levantamento topográfico da área mostra o desenho das curvas de nível muito próximas umas das outras, isso significa que o bairro tem uma inclinação um pouco elevada, a bacia do Rio Paciência passa próximo ao bairro, logo podemos dizer que quando cai uma chuva em nível de milímetros acima, a água vai procurar o caminho do enxutório, que é onde ela deságua ou num rio, lago, etc. Como mostra a topografia do terreno que o bairro é localizado, ela deve ser considerada para ser levado em conta qualquer estrutura do meio arquitetônico e principalmente do meio urbanístico que é o foco deste trabalho, para que assim seja possível utilizar dos meios naturais do terreno para que haja tentativas de resolução dos problemas.

**Mapa 01** – Mapa topográfico do bairro Maiobão



Fonte: Caema

Com o estudo e análise do mapa topográfico da área pode ser obtido o a declividade do terreno, o fluxo hídrico pluvial, etc., como foi dito anteriormente, os

relevos maiores possuem curvas de nível mais próximas como é o caso do (mapa 01) enquanto que curvas de nível mais distante possui terrenos mais planos.

### 2.3 Delimitação da área para implantar projeto

Com o decorrer do trabalho, vamos ver algumas técnicas aplicadas para o quesito de drenagem urbana, e tentar aplicar essas técnicas numa área do bairro Maiobão, com o intuito de diminuir os problemas de inundações que ocorrem anualmente na região.

Vale ressaltar que a área direta para inclusão do projeto é com base nos estudos de teóricos, na topografia do local em questão e na área escolhida afetada pelas fortes chuvas (selecionada pela autora) que veremos com o desenvolvimento desse trabalho. A delimitação da área direta, terá finalidade de tentar reduzir os impactos que as fortes chuvas causam na Rua 11 do bairro estudado, no qual essa é uma rua muito afetada pelo problema de inundação causado por fortes chuvas, deixando a população e o poder público com muitos prejuízos, diante disso o projeto será em torno da rua com o intuito de buscar possíveis soluções.

**Mapa 02:** Delimitação da área indireta e direta.



Fonte: elaborada pela autora. (2020)

— Área indireta

— Área direta

### **3 EMBASAMENTO EM CONCEITOS TEÓRICOS**

#### **3.1 URBANIZAÇÃO E CRESCIMENTO URBANO**

Quando se fala em urbanização e crescimento urbano, quer dizer no crescimento da população ou aumento no número de habitantes, ou seja, um determinado lugar que em algum ano tinha mil habitantes após 5 anos passou a ter 20 mil habitantes. Segundo Panerai (1999), o crescimento de uma aglomeração entende-se aqui o conjunto de fenômenos de extensão e adensamentos apreendidos de um ponto de vista morfológico, isto é, a partir de sua inscrição material no território. Quando se fala em crescimento deve-se levar em conta o desenvolvimento econômico, pois quando a cidade cresce de forma desordenada, é comum observar que os problemas que esses locais aderem principalmente pelo fato de crescer em locais de difícil acesso,

As definições de crescimento e desenvolvimento são, no entanto, intrincadas, pois depende muito de fundos financeiros, e também é algo que se deve fiscalizar, administrar, guiar, direcionar o crescimento urbanístico, para as duas funções de crescimento e desenvolvimento andarem unidas, é preciso um apoio político duradouro de longo prazo para funcionar corretamente. Como no caso do plano de Ernst May para Frankfurt, com o fim da crise pós-guerra utilizou capitais estrangeiros para recuperação da economia e assim conseguiu expandir a cidade maior e construir novas cidades satélites que são cidades menores, mas que ficam próximas as grandes cidades. Panerai, (1999).

O crescimento urbano é considerado o problema do século, pois tem grandes probabilidades de ser irreversível, segundo o programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (UN-Habitat), a população urbana foi multiplicada por cinco entre 1950 e 2011 no mundo todo, e esse aspecto continua a aumentar nos próximos anos com aumento do êxodo rural, as populações de países subdesenvolvidos e em desenvolvimento cresceu de forma muito desordenada, nisso o número de pessoas vivendo nas cidades que aumenta dia após dia não é nada favorável pois elas não tem segmentos nem infraestrutura para aguentar tanta aglomeração, como já vemos esses problemas nos dias atuais o que acontece é que tal desenvolvimento não acompanha o crescimento absoluto de população nas cidades.

O crescimento urbano se define em três características: 1 A divisão – morfologia e ocupação do solo; 2 A urbanização – construção da infraestrutura urbana; 3 A edificação – construção de casas e edifícios segundo tipologias edificatórias. Para isso

é necessário um planejamento urbano eficaz capaz de resistente para acompanhar o desenvolvimento e crescimento da cidade. (PORTAL DA EDUCAÇÃO).

### 3.1.1 Urbanização Brasileira

O processo de urbanização brasileira basicamente começou em meados do século XX a partir da industrialização que fez com que grande parte da população que moravam na zona rural se deslocassem para a cidade, o conhecido êxodo rural. Segundo Santos, 2013 a taxa de urbanização em 1940 era de 26,35%, em 1989 subiu para 68,86%, em quarenta anos a população triplica por sete vezes e meia.

A urbanização se da pelo aumento da população em zonas urbanas em perda da zona rural, a industrialização dos centros urbanos foi a principal responsável pelo processo de urbanização não só no Brasil, mas no mundo, diante disso as máquinas substituíram a força humana no campo o êxodo rural aumentaria ainda mais a partir de 1950, a figura a seguí mostra como foi o processo de urbanização brasileira em décadas, e ao longo dos anos o crescimento disparou e as cidades se encontram do modo que vemos nos dias de hoje.

**Tabela 01** – Crescimento da população brasileira em décadas.

Brasil			
	População total	População urbana	Índice de urbaniz.
1940	41326000	10891000	26,35
1950	51944000	18783000	36,16
1960	70191000	31956000	45,52
1970	93139000	52905000	56,80
1980	119099000	82013000	68,86
1991	150400000	1157000000	77,13

Fonte: SANTOS, (2013).

A urbanização e o urbano são conceitos que são observados de forma que o social e o territorial do trabalho se movem a criar princípios socioespaciais. Viver em cidade atualmente não significa viver no espaço físico da cidade, o termo urbano mostra uma importância diversa, no entanto cidade e campo já não mais integrantes e sim convergentes. Deák; Schiffer (2010). As regiões brasileiras se urbanizavam de forma distinta por conta da desigualdade econômica, (Fig. 10).

**Figura 10** – Taxas de urbanização das regiões brasileiras

Região	1940	1950	1960	1970	1980	1991	2000	2007	2010
Brasil	31,24	36,16	44,67	55,92	67,59	75,59	81,23	83,48	84,36
Norte	27,75	31,49	37,38	45,13	51,65	59,05	69,83	76,43	73,53
Nordeste	23,42	26,4	33,89	41,81	50,46	60,65	69,04	71,76	73,13
Sudeste	39,42	47,55	57	72,68	82,81	88,02	90,52	92,03	92,95
Sul	27,73	29,5	37,1	44,27	62,41	74,12	80,94	82,9	84,93
Centro Oeste	21,52	24,38	34,22	48,04	67,79	81,28	86,73	86,81	88,8

Fonte: IBGE apud globo.com

Como pode observar na figura 10 a região que mais urbanizou nesses 80 anos foi a região sudeste, o estado de São Paulo por conta de muitos investimentos industriais foi um grande polo para contribuir para a urbanização e recebeu grandes fluxos vindo da área rural, em 1973 o período denominado milagre econômico fez com que o país tivesse um salto nas taxas de crescimento nos indicadores econômicos, e São Paulo como já tinha muitas indústrias as mesmas cresceram e surgiram ainda mais, originando mais aglomeração de capitais e atividades produtivas, logo, muitas pessoas eram convocadas para trabalhar nesses polos, e assim a urbanização da região e demais foram acontecendo. Deák; Schiffer, (2010).

De acordo com Santos 2013, as concepções do crescimento urbano, o desempenho da contemporaneidade, gera em todo território e principalmente nas cidades, um crescimento de equipamentos e grandes firmas a integrarem nesses espaços e uma grande população.

A falta de planejamento e a ausência de apoio econômico, tiveram para o crescimento acelerado e rápido do Brasil muitas consequências, dentre muitas negativas,

no Rio de Janeiro e em São Paulo a favelização por ocupação do solo irregular e uma falta de política habitacional resultam nesse tipo de problema, o número alto da violência urbana são alguns dos milhares de problemas que as cidades enfrentam, o alto nível de poluição, enchente, inundações, também são resultados dos altos índices de crescimento urbano desordenado.

### **3.1.2 Impactos de uma urbanização desordenada**

A população brasileira aumentou notadamente desde a década de 1970, aferindo atualmente 190.755,799 de habitantes. Diante esse total, 84,35% vive em áreas urbanas e 15,61% vive em áreas rurais (IBGE, 2011). O desenvolvimento urbano acelerou-se na segunda metade do século vinte, a ausência de controle sobre os espaços urbanos, resultam numa série de problemas que decorrem diante desse processo de urbanização desorganizada principalmente relacionados a infraestrutura: abastecimento, esgotamento sanitário, águas pluviais drenagem urbana, inundações ribeirinhas e resíduos sólidos. Tucci (2005).

Ao longo dos séculos, a cidade na qual conhecemos hoje iniciou sua forma a partir da Revolução Industrial, foi onde começou o desenvolvimento da população e esse processo foi acontecendo rapidamente, onde principiou um conjunto de problemas mediante o mal-uso e ocupação do solo, em pouco mais de 200 anos, as cidades cresceram, desenvolveram e se modificaram muito mais do que outra época da história. Diante esse cenário, os impactos foram muito grandes para o funcionamento das cidades, na metade do século XIX, foi quando a cidade industrial começou seus problemas, por meio de um grande número de pessoas que saíram de sua terra natal, a procura de emprego nas indústrias, nisso as cidades que abrigavam os operários começaram a ter contratempos em relação a saneamento, mobilidade e habitação, além disso problemas com saúde pública e epidemias também. MIGUEZ; VERÓL; REZENDE,2016).

Desde a revolução industrial o crescimento urbanístico desordenado, está também relacionado ao crescimento populacional sem o acompanhamento devido, a falta de planejamento causou uma grande aglomeração de cidades e pessoas despreparadas, diante esse acontecimento de grande aglomeração surgiu as favelas e com elas áreas insalubres e mal-uso e ocupação do solo.

De acordo com Miguez; Verol; Rezend, (2016) apud Andoh e Iwugo ( 2002) Diante a situação precária em que as cidades se encontravam com relação a todos

os problemas de saneamento básico, a solução inicial para reduzir esses problemas foram direcionar o esgoto e a água pluvial, foi daí que surgiu os parâmetros de drenagem urbana, após esse novo conceito que começou um longo processo de melhorar as condições patógenas das cidades. A partir de 1970 com o crescimento acelerado que continuavam nas cidades começou os problemas de enchentes e inundações, onde toda a canalização de drenagem já executada não suportou tamanha demanda, e após essa calamidade nasce uma forma de rever outras ideias sobre drenagem. Um sistema de drenagem sustentável, para controlar as cheias já que a infraestrutura estava preocupante, diante disso um sistema de drenagem com foco na infiltração de água no solo, veio como um desafio para diminuir os impactos que drenagem existente passava.

O desenvolvimento das cidades resulta no crescimento e aumento da área edificada (fig. 11), com isso a impermeabilização do solo é decorrente diante o desenvolvimento da área, e essa formação altera tanto a hidrologia e clima do local, entre outros aspectos. Com o processo de urbanização, as pessoas tendem a fazer lotes em áreas que precisam tirar a vegetação natural e conseqüentemente impermeabiliza-la em grandes áreas, diante disso acaba por aumentar os riscos de enchentes, pois o escoamento natural da água é “impedido” pela impermeabilização. Outro fator importante são os lotes próximas as áreas dos rios, logo, precisam retirar a vegetação natural e impermeabilizando, agravando ainda mais o sistema de drenagem. (MIGUEZ; VERÓL; REZENDE,2016).

**Figura 11-** Processo de urbanização



Fonte: Planetagaia, 2015

No brasil o tempo para que a urbanização levou para crescer foi bem rápido e curto e essa toda urbanização não cresce sem que apareça grandes problemas. Segundo

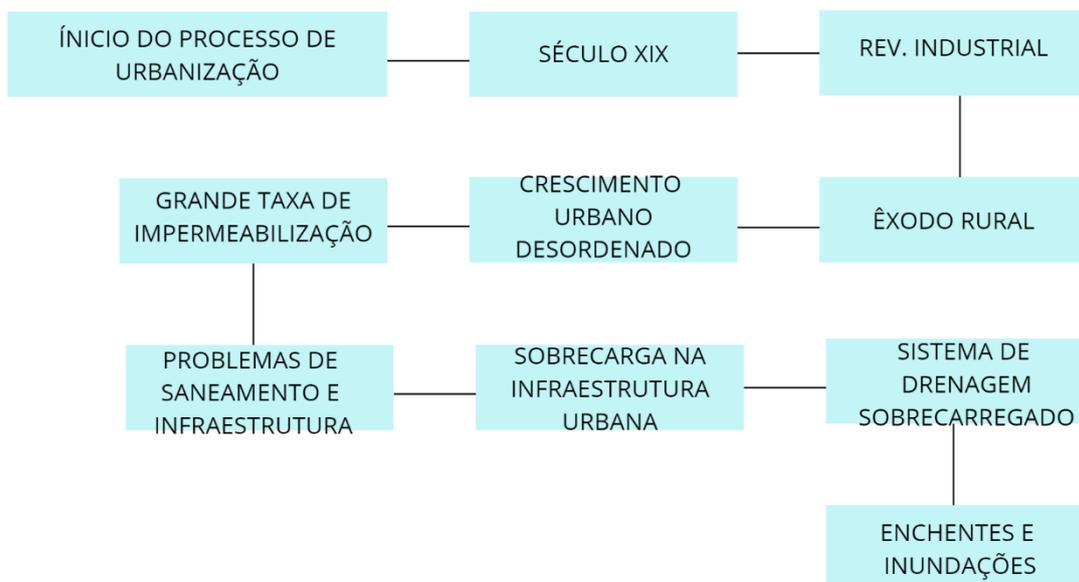
Tucci (2005), *Gestão de águas pluviais*, os principais problemas relacionados a urbanização descontrolada e sem planejamento são: aumento de periferia nas cidades que crescem sem controle, pelo resultado da migração rural em busca de emprego nas cidades; migrantes de baixa renda e sem capacidade de investimento; déficit de emprego, baixa renda e pouco poder aquisitivo de moradia; legislações equivocadas de controle do espaço urbano; Incapacidade do município de planejar e antecipar a urbanização e investir no planejamento de espaços seguros e adequados como base do desenvolvimento urbano; crise econômica geral.

Vale ressaltar que normalmente o planejamento urbano existe e é praticado, só que para a cidade convencional, enquanto para as ocupações informais, são feitas somente análises de tentar resolver problemas de taxa de ocupação, e os principais problemas relacionados a infraestrutura e saneamento nessas localidades são: falta de tratamento de esgoto; falta de drenagem urbana; ocupação do leito de inundações ribeirinhas; impermeabilização e canalização do solo; Carência de uma gestão organizacional que integre o solo urbano a sua infraestrutura Tucci (2005).

O sistema de drenagem urbano por sua vez se torna cada vez mais fraco perante toda essa urbanização, a cobertura do solo é uma das principais causas de sobre carregamento do sistema de drenagem causando inundações e enchentes, impactando toda uma população vulnerável de recursos financeiros que são obrigadas a morar em locais nessas condições.

No Brasil, um dos problemas urbanos diretamente ligado à questão das inundações urbanas, envolve a falta de habitação para parcela significativa da população, a qual vive em estado de extrema pobreza. O problema habitacional tem levado à criação de um número muito grande de favelas nas cidades, principalmente nas zonas de periferia das cidades. (BARROS. 2005. Pág. 229)

O Fluxograma a seguir mostra o processo de urbanização e as causas diante o sistema de drenagem urbana.



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Segundo Barros (2005), o processo de urbanização se envolve diretamente com o meio ambiente, o crescimento urbanístico e populacional exige de recursos naturais, os problemas sociais, econômicos e ambientais urbanos são comuns e graves na realidade na qual vivemos hoje, e diante esse cenário as próximas gerações irão sofrer mais com esse crescimento urbanístico e populacional desordenado. Provém medidas de mudar drasticamente a logística de áreas urbanas, onde as doutrinas sustentáveis serão um ponto inicial para minimizar o contexto urbano preocupante, pois a população nas áreas urbanas segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) cresce quatro vezes superior às áreas rurais.

#### 4.1 ÁGUAS PLUVIAIS URBANA

O sistema de águas pluviais composta no meio urbano para o direcionamento das águas das chuvas onde compõe: sarjetas, bueiro, galerias, entre outras, diante disso o principal objetivo desse sistema é redirecionar e aproveitar a água de chuva por meio da drenagem, esse tipo de infraestrutura é muito eficaz principalmente em áreas que contém grandes enxurradas. Entretanto, a apropriação urbana, sem uma preparação adequada para diversas áreas da infraestrutura para o crescimento proporcional devido a cidade, desestruturou o sistema de drenagem, surgindo vários problemas relacionados a esse meio hidrológico. A princípio as áreas mais afetadas são as próximas ao curso natural da água, e a expansão urbana sem a devida fiscalização e

sem legislação existente para determinada área os problemas como consequência acontecem, logo essa falta de regulamento é inadequado uso e ocupação do solo é uma das principais causas para alagamentos e inundações sobretudo para áreas que estão no curso natural das águas.

O assunto de águas pluviais urbanas, não deve determinar apenas em aspectos hidrológicos e hidráulicos, a topografia e a geologia da área devem ser levadas em conta, pois mediante urbanização é necessário protegê-la. Além disso, o sistema de águas pluviais urbanas tem por obrigação englobar toda questões urbanísticas, para que durante a obra de construção obtenha menor custo, desse modo levar em conta as questões de como adequar o solo urbano é fundamental. Quando o sistema de água pluvial projetado numa área urbanizada sem os devidos cuidados, logo seu custo em relação a obra será maior e seus benefícios serão de menor eficiência. (BOTELHO, 2011)

Problemas relacionados a contaminação de mananciais superficiais, esgotos inadequados a céu aberto, inundações, erosão e sedimentação, ocupação em áreas ribeirinhas, entre outras, se dá pelo fato da falta de controle de águas pluviais, tanto pela comunidade e principalmente pelo órgão público responsável, sem levar em consideração o trajeto da bacia e questões sociais e institucionais urbanas. (TUCCI, 2006)

Quanto mais firme a rede de drenagem de uma bacia hidrográfica, mais eficaz será o caminho da água até o exutório. Segundo a lei Federal 11445/ 2007, na qual define conduta do saneamento básico, a administração do manejo de águas pluviais é de responsabilidade do município, porém esse serviço não é feito de forma que não atende e não acompanha o crescimento urbano. A forma mais coerente de controle sobre o sistema de águas pluviais é o uso correto do solo onde deve estar mencionado no plano diretor, no entanto o que normalmente acontece é a proliferação nas cidades sem o cumprimento do plano diretor causando grandes impactos a população. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2008).

#### **4.1.1 Manejo de águas pluviais**

Bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é o termo que define o curso da água para rios, lagos, lagoas, várzeas, etc., de acordo com o relevo do terreno é o caminho que a água leva até encontrar seus afluentes, os desníveis no qual as chuvas configuram o terreno formando planícies e vales define o trajeto da bacia hidrográfica. Com o crescimento urbanístico, e a forma no qual o solo passa por transformações pela inserção de elementos antinaturais, mediante essa situação a bacia hidrográfica é alterada.

Na metade do século XX que projetos de macrodrenagem ganhou olhares mediante a repercussão positiva na política, após a caótica situação que o meio urbano se encontrava diante dessa situação de grande urbanização, as obras de saneamento básico e infraestrutura começaram, já que os problemas relacionados a habitação e saúde já estava fora de controle. (RIGHETTO, 2009)

De acordo com a Lei Federal 11.445/2007 o sistema de manejo de águas pluviais abrange um grupo de serviços de infraestrutura e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, do transporte, detenção ou retenção para amortecimento de vazões e cheias urbanas, do tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas associadas as ações de planejamento e de gestão da ocupação do espaço territorial urbano. A Lei também ressalta o termo drenagem pluvial consiste em “conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;”

A falta de local para o escoamento de água de chuva altera a bacia hidrográfica natural e as forças da natureza não tem como controlar, logo, devido ao mal-uso e ocupação do solo, as águas da chuva de fato vão escoar, mas se não houver o local para ela percorrer até chegar no seu afluente, conseqüentemente os transtornos de grande devastação vão acontecer.

Segundo Righetto (2009) o manejo de águas urbanas pode mudar as cheias que são produzidas nas bacias, à medida que se controla os deflúvios e as fontes de controle. Uma forma desse tipo de sistema de manejo de águas pluviais dá certo, é através de um Plano Diretor de Drenagem Urbana, desse modo tende a propor um planejamento para os deflúvios superficiais do espaço urbano, de acordo com o crescimento urbanístico para reduzir futuros prejuízos econômicos e ambientais.

De acordo com Botelho (2011), as águas pluviais urbanas precisam ser levadas em consideração:

- A topografia e a geologia da área;
- Os tipos de urbanização das ruas a implantar;
- A proteção contra erosões;
- A proteção aos pavimentos;
- A redução de alagamentos das ruas pela passagem das águas;

- Eliminação de pontos baixos de acumulação de água;
- A diminuição das inundações.

Duas vertentes de trabalho dão continuidade as atividades voltadas ao manejo das águas pluviais urbanas para seu destino. A primeira trata da infraestrutura, dos elementos hidráulicos estruturais, das práticas de contenção e transporte das águas pluviais, tanto nas fontes geradoras de deflúvios superficiais, como lotes, praças e parques, quanto no sistema viário, dos sistemas de micro e macrodrenagem e resíduos sólidos etc. A segunda trata dos dispositivos legais e de administração da infraestrutura de drenagem, envolvendo a operacionalidade do sistema, a manutenção, a fiscalização e medidas de remediação em tempo real, em função de anomalias inevitáveis naturais ou geradas em função da dinâmica de ocupação do espaço urbano. (RIGHETTO, 2009. Pág. 22)

A falha na drenagem urbana se dá pelo fato primeiramente a urbanização sem planejamento, adiante isso acontecem as inundações que a invasão de um rio, barragem, etc.; os alagamentos que se dá pelo fato ficar parada ou encontrar obstáculos para escoar; e as enchentes que é o fenômeno natural de quando um rio transborda, esse fato acontece quando uma grande vazão de água corre direto para no rio porque no caminho da água não encontra áreas permeáveis para diminuir o fluxo até chegar ao rio, como inferência a água invade, ruas, casas, estabelecimentos. Um sistema de drenagem eficaz é de extrema importância para o desenvolvimento da cidade, uma vez que a medida que a cidade cresce, urbaniza, impermeabiliza, a drenagem urbana deve acompanhar esse crescimento para ser eficiente no escoamento e nos acúmulos de água, diante disso as grandes cidades e capitais principalmente, necessitam do sistema de drenagem que necessitam de uma organização primordial no planejamento urbano para possibilitar um crescimento urbano ordenado, para que a população corra menos riscos.

#### **4.1.2 Problemas causados por áreas impermeáveis.**

De acordo com Tucci (2005) as enchentes ganham força perante a quantidade de áreas impermeabilizadas e também pelas construções de projetos pluviais. Esses fatores de progresso contribuem para as obstruções de escoamento, como aterros, pontes, drenagens inadequadas, obstrução de escoamento juntos a condutos e

assoreamento. Ainda que os estudos e projetos de drenagem venham avançando, as características sobre a parte de higiene ainda não estavam aptas para resolver tal questão, diante disso, e com a proximidade de cidades, um ciclo-poluição onde as cidades premares transpassavam seus esgotos para as cidades baixa-mar. A característica do solo é um fator importante para saber a taxa de infiltração. Na tabela I a seguir mostra os níveis de infiltração pelo tipo de urbanização.

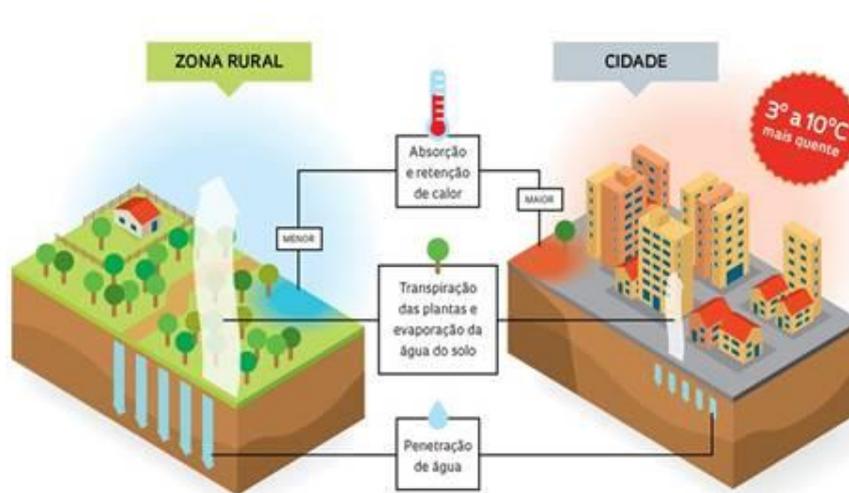
**Tabela 2** - Taxa de infiltração das águas pluviais para diferentes tipos de ocupação do solo e pavimentação.

<b>TIPO DE URBANIZAÇÃO</b>	<b>TAXA DE INFILTRAÇÃO</b>
Edificação muito densa, áreas urbanas centrais com pátios ruas e calçadas.	2 a 10%
Edificação medianamente densa, normalmente partes adjacentes ao centro, com jardins privados e ruas e calçadas arborizadas.	10 a 30%
Edificação pouco densa, com recuos de jardim, jardins interiores, ruas pavimentadas e calçadas parcialmente gramadas.	20 a 50%
Edificação de baixa densidade, tipo cidade jardim, grandes áreas gramadas, calçadas predominantemente gramadas, ruas pavimentadas.	40 a 70%
Subúrbios com edificação esparsa, lotes baldios, ruas sem pavimentação, praças com arborização, pouco impermeabilizada.	50 a 80%
Parques, campos de esportes, reservas florestais urbanas.	70 a 98%

Fonte: MASCARÓ E YOSHINOGA. (2005)

A capacidade de um solo arenoso chega a quase 100% de absorção, dependendo da qualidade do solo, por exemplo, um solo que contém argila, sua capacidade de absorção é menor, e o solo quando perde sua forma natural e é impermeabilizado, a infiltração por ele é bem menor, daí se veem muitos problemas de alagamentos e cheias decorrentes desse processo de impermeabilização quase total de uma área. (MASCARÓ E YOSHINOGA, 2005 PÁG. 92).

**Figura 12** - Absorção da água na zona rural e na cidade



Fonte: Pivetta, 2012

Segundo Botelho (2011) a urbanização e o loteamento de uma área significam na prática:

- Retirar considerável parte de sua vegetação (que a protegia da ação erosiva das águas pluviais);
- Abrir ruas, fazendo-se cortes e aterros;
- Criar plateau para edificações;
- Edificar lotes;
- Pavimentar ruas;
- Colocar gente na área.

Continuando, ao formar nova área, um novo lote ou um novo bairro em um local que perde totalmente sua formação original, é possível que nada seja como antes, contudo, os fenômenos naturais continuarão acontecendo na região como é o caso das águas da chuva que continuarão a escoar por ela, diante disso é possível prever os possíveis problemas que os futuros moradores irão enfrentar.

Na nova área urbanizada, deveram ter maiores cuidados, pois podem acontecer:

- Erosões no terreno;
- Desbarrancamentos;
- Altas velocidades das águas nas ruas, danificando pavimentos;

Ocupação por prédios de locais de escoamento natural das águas (pontos baixos e fundos de vale). A ocupação desses locais impede a água de escoar, exigindo obras posteriores de correção.

- Assoreamento dos córregos pelo acúmulo de material erodido dos terrenos.

Segundo Tucci (2005) À medida que a cidade se urbaniza, em geral, ocorrem os seguintes impactos:

- Aumento das vazões máximas, em até 7 vezes, e da sua frequência, por conta do aumento da capacidade de escoamento por condutos e canais e pela impermeabilização das superfícies;
- Aumento da produção de sedimentos resultante da falta de proteção das superfícies e da produção de resíduos sólidos (lixo);
- Deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, em virtude da lavagem das ruas, do transporte de material sólido e das ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial;
- Implantação desorganizada da infraestrutura urbana, tais como: (a) construção de pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento;(b) redução de seção do escoamento por aterros de pontes e para construções em geral; (c) deposição e obstrução de rios, canais e condutos com lixos e sedimentos; (d) projetos e obras de drenagem inadequadas, com diâmetros que diminuem para jusante; (e) drenagem sem esgotamento, entre outros.

Um dos principais impactos que causam um grande escoamento devido ao volume de chuva é a impermeabilização do solo com poucos índices de infiltração, fazendo assim que água mude seu curso de bacia natural. A impermeabilização do solo está ligada a várias consequências seja ela na quantidade e qualidade da água pluvial, materiais e ambientais, com a redução do volume de infiltração no solo, o lençol freático pode-se prejudicar diante ao escoamento superficial ser de grande volume.

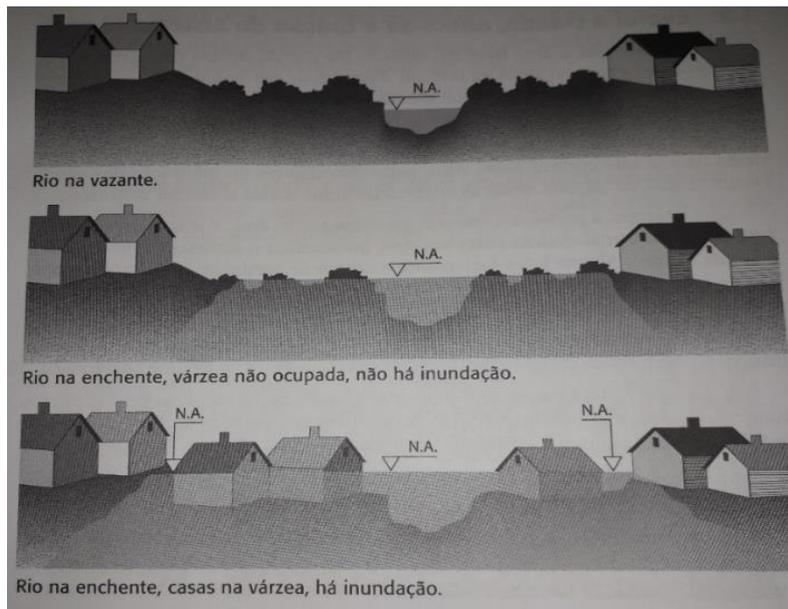
A impermeabilização do solo provoca também outras consequências como a qualidade da água que fica sobre a superfície, a água que fica depositada impermeabilizada, retém os poluentes da atmosfera contaminando as áreas permeáveis, aquecendo a água e prejudicando e causando grandes danos a variedade biológica, vale ressaltar que todo o processo de impermeabilização do solo é devido ao crescimento desordenado e a densidade populacional, a drenagem urbana veio como um sistema para diminuir os impactos causados pela grande taxa de impermeabilização, onde o percentual de nível de impermeabilização próximo a uma bacia é de total importância para que o sistema de drenagem possa suportar a vazão de água nas épocas de grande volume de chuva.

#### **4.1.3 Construções próximo a bacia de rios**

Quando uma área é construída próxima a um rio, bacia, córrego, etc., deve-se prever que na época da chuva eles tendem a subir o seu nível, e é parcialmente ou totalmente impermeabilizada, e a vegetação é retirada para construção de casas, ruas e etc, conseqüentemente irá haver alagamentos e cheias como pode ser observada na figura 05 a seguir. (BOTELHO, 2011).

De acordo com Barros (2005) os rios aumentam substancialmente por conta do grande volume de água devido ao escoamento superficial, ou seja, os rios em períodos de estiagem, chuvas em nível baixo o escoamento é baixo e o rio tem seu leito menor, no tempo de chuva quando o volume e nível de chuvas são maiores os rios, logo o leito fica maior, e toda a área ocupada pelos rios resulta pela topografia e da bacia hidrográfica. Temos como exemplo o rio Amazonas que durante o tempo de seca seu leito fica menor e a velocidade da água é baixa por conta da sua declividade ser baixa, já no período de grandes chuvas esse rio leva aproximadamente seis meses para voltar ao seu leito, então os rios são totalmente vinculados a topografia, logo um rio que tem uma declividade alta, a velocidade da água será alta ou quando o escoamento superficial é muito grande principalmente nas grandes cidades por conta das grandes taxas de impermeabilização o volume de água que vai para um rio também faz com que seu leito aumente, causando assim as inundações. Os rios que possuem talvegues de baixa declividade, ou seja, não é muito profundo tem grandes áreas de inundação.

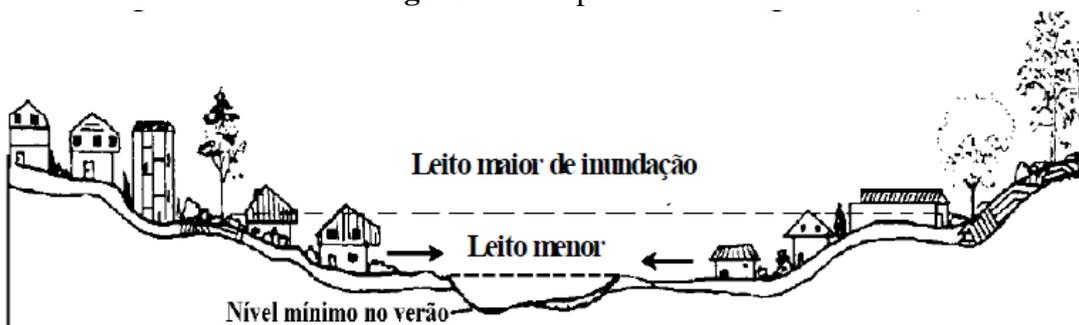
**Figura 13 - Esquema de inundações**



Fonte: BOTELHO (2011)

O escoamento pluvial pode causar dois tipos de inundações: as inundações ribeirinhas que são as inundações naturais que ocorrem em áreas próximas a rios; e as inundações resultantes de urbanização, que ocorrem devido à grande taxa de solo impermeável. Os rios possuem dois leitos durante o ano, o leito menor e o leito maior, que acontece logicamente nas épocas de chuva, quando a área do leito maior é ocupada pela população, acontecem as inundações gerando altos riscos a população, como pode-se ver na figura 06. (TUCCI, 2005).

**Figura 14 – Aspectos do rio**



Fonte: TUCCI (2009)

A partir do momento em que as pessoas buscam áreas próximas a leitos de rios, conseqüentemente, as inundações são inevitáveis, essas conseqüências causam seguintes ações. Tabela 2: Tucci (2009).

**Tabela 3- Causas e consequências**

<b>AÇÕES</b>	<b>PRINCIPAIS IMPACTOS SOBRE A POPULAÇÃO</b>
No Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano geralmente não existe nenhuma restrição quanto à ocupação das áreas de risco de inundação; a sequência de anos sem enchentes é razão suficiente para que empresários desmembrem tais áreas para ocupação urbana;	Prejuízos de perdas materiais e humanos;
Invasão de áreas ribeirinhas, que pertencem ao poder público, pela população de baixa renda;	Interrupção da atividade econômica das áreas inundadas;
Ocupação de áreas de médio risco, que são atingidas com frequência menor, mas que, quando o são, sofrem prejuízos significativos.	Contaminação por doenças de veiculação hídrica, como leptospirose, cólera, entre outras;
	Contaminação da água pela inundação de depósitos de material tóxico, estações de tratamentos entre outros.

Fonte: TUCCI (2005)

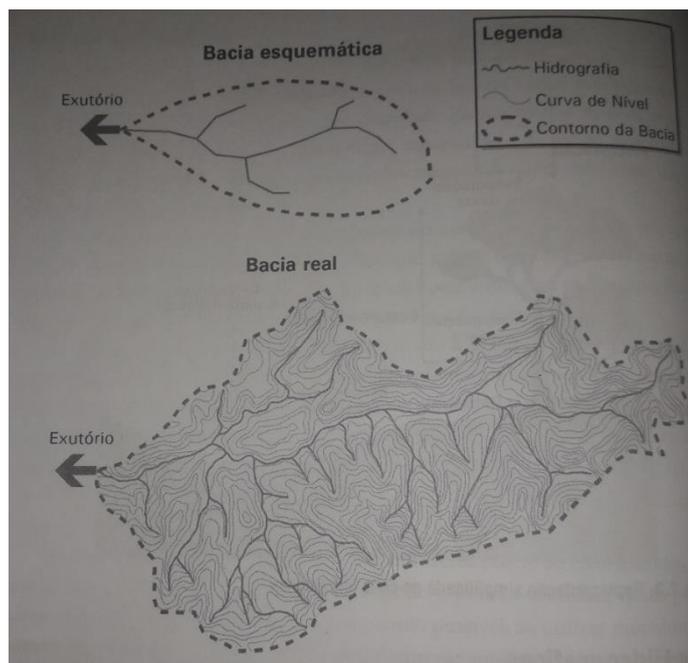
As bacias hidrográficas são áreas de drenagem por onde as águas passam por divisores topográficos até chegar a um rio, onde o processo por onde essa água escoar até o ponto mais baixo da bacia é chamado de enxutório. São nas bacias hidrográficas onde passam o escoamento superficial das águas pluviais, na figura 05 abaixo podemos ver como funciona esquematicamente uma bacia hidrográfica. (MIGUEZ; VERÓL; REZENDE, 2016. PÁG. 27)

Os rios urbanos exibem o mesmo comportamento. Rios com talvegues de baixa declividade, da mesma forma, procuram leitos maiores durante as chuvas. Todavia, suas áreas marginais encontram-se ocupadas pela cidade. É o caso, por exemplo, do rio Tiête em São Paulo. A declividade média do seu talvegue é de 15cm/km (0,015%). Na época em que as suas margens não eram ocupadas, o rio Tiête exibia uma vasta área de inundação, hoje o rio está contido num

canal estreito, com elevado risco de extravasamento. (BARROS. 2005 Pág. 22).

A figura a seguir mostra o comportamento do fluxo natural da água em bacia, que é por onde passam os divisores da topografia do lugar direcionando a água até o ponto mais baixo ou a um rio, lago, laguna, etc.

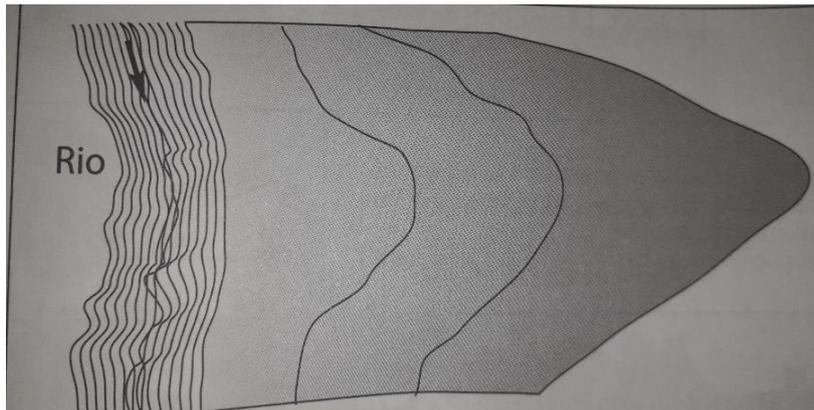
**Figura 15 - Bacia esquemática**



Fonte: MIGUEZ, VERÓL, REZENDE (2016)

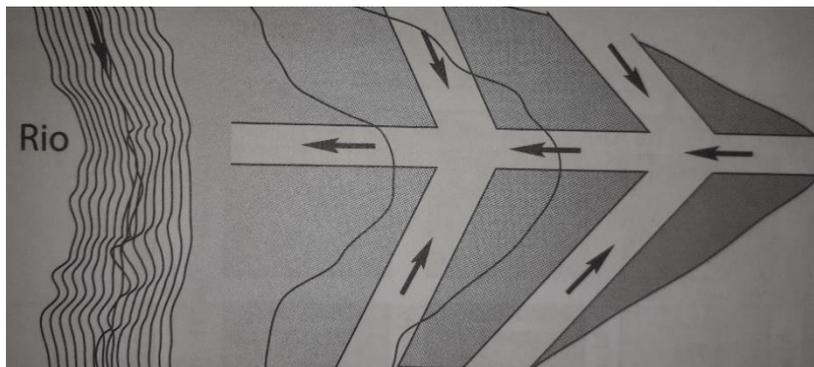
Na época de chuva, é comum ter dias que chove mais e outros chovem menos, porém a chuva é predominante, contudo as águas escoam dos pontos mais elevados para o mais baixo até encontrar rios, córregos, riachos ou lago, ou pode encontrar um vale seco, vale ressaltar que quando se projeta um bairro, lotes, etc., deve-se priorizar o escoamento da água pois ela não pode encontrar obstáculos, como pode ser visto nas figuras 16, 17 e 18. (BOTELHO,2011). O exutório da região deve ser levado em grande consideração pois é o caminho natural da água e quando construídas ruas e avenidas sem levar em consideração esse ponto que é fundamental, ou sem um plano urbanístico com dados e estudos a probabilidade de inundações será alta.

**Figura 16 - Topografia natural**



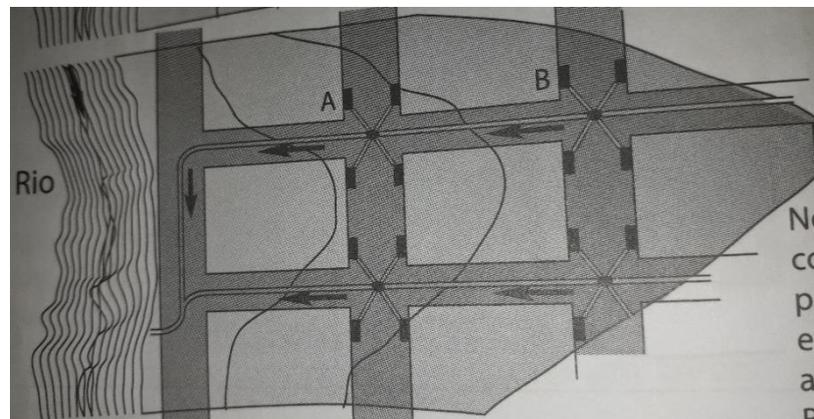
Fonte: BOTELHO (2011)

**Figura 17 - Traçado urbanístico de ruas, liberando o fundo do vale. As águas escorrem superficialmente pelas calhas das ruas.**



Fonte: BOTELHO (2011)

**Figura 18 - Ocupação bloqueando o fundo do vale, exige a colocação de bocas de lobo e tubulações ente**



Fonte: BOTELHO (2011)

## 5.1 IMPACTOS AMBIENTAIS E SANEAMENTO

Relacionar com a natureza harmonicamente no dia a dia é algo que se deve levar muito em conta, principalmente nos dias atuais no qual a questão ambiental é sempre levada em conta, os sistemas de esgoto, a coleta de rejeitos, a reciclagem e o direcionamento das águas pluviais, entre outros pontos, têm um grande impacto no dia a dia dos municípios. As consequências quando o município não adere ao sistema de saneamento sobre o meio ambiente e a sociedade são: propagação de doenças, enchentes e aquecimento global, prejuízos a economia, poluição do meio ambiente. Diante disso um ecossistema bem preservado e os serviços de saneamento funcionando são de fundamentais importância para a comunidade.

Segundo a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2011) a cidade em desenvolvimento faz-se necessário um planejamento para reconhecer e interpretar a ligação entre cidade e saneamento, tendo em vista vários aspectos: físico, ambiental, ocupação do solo. Cabe ressaltar que no meio urbano a água tem sua função fundamental para a cidade e para a população, ela é essencial, mas em excesso pode causar vários danos, a água nos serviços de saneamento ocupa várias posições, desde o abastecimento de água potável, a tratamento de esgoto, e drenagem de águas pluviais, portanto a água deve ser levada muito a sério pois a falta dela causa prejuízos e não se tem uma qualidade de vida digna, a mesma em excesso ou não é tratada da maneira adequada causa doenças e prejuízos tanto ao poder público quanto a população.

O saneamento ambiental é uma das concepções para o saneamento básico, tendo como destaque na esfera global tendo o nível mais elevado em grau de importância para proteção ambiental, saúde pública e qualidade de vida. Segundo o Trata Brasil saneamento é a agregação de medidas que objetiva preservar o meio ambiente através de parâmetros para prevenção de doenças, e melhorar tanto a saúde quanto a qualidade de vida da população.

Os serviços de saneamento como água tratada, coleta e tratamento de esgoto, drenagem de águas pluviais são de extrema importância para o país, pois melhorias tanto na economia e principalmente na saúde são fatores que contribuem para a propagação de doenças. Diante esse cenário que acontece em vários lugares do mundo sobre problemas de saneamento, um grupo de especialistas reunidos pela OMS (Organização Mundial da Saúde) para trabalharem no controle físico do homem, trazendo bem-estar físico, mental e social isso se deu o nome de saneamento do meio. Assim, as principais atividades que compõem o saneamento do meio são:

- Sistema de abastecimento de água;
- Sistema de coleta e tratamento de águas residuárias;
- Sistema de limpeza pública;
- Sistema de drenagem urbana;
- Controle de artrópodes e roedores de importância à saúde pública;
- Controle de poluição das águas, do ar e do solo;
- Saneamento de alimentos;
- Saneamento nos meios de transporte;
- Saneamento de locais de reunião, recreação e lazer;
- Saneamento de locais de trabalho;
- Saneamento de escolas;
- Saneamento de hospitais;
- Saneamento de habitações;
- Saneamento de planejamento territorial;
- Saneamento em situações de emergências etc.

(JR; MALHEIRO. 2005 PÁG. 21).

Ainda segundo os autores Jr; Malheiros o processo de ação do saneamento vem da forma do planejamento cidade, onde deve levar em consideração as mudanças da cidade, e tentar reduzir os impactos nos lugares onde não há todos os serviços de saneamento, o uso de tecnologias irá ajudar nesses aspectos de atividades relacionadas ao saneamento, desde que tenha como parâmetros a bacia hidrográfica. A medida que a cidade cresce e urbaniza torna-se fundamental uma reavaliação no sistema de saneamento do meio, utilizando sempre a ajuda de tecnologias que mostraram de forma mais rápida o problema ou até mesmo as soluções cabíveis.

### **5.1.1 Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB)**

Como já foi dito anteriormente a lei federal 11.445/2007 estabelece medidas e diretrizes para saneamento básico no Brasil, de acordo com essa lei todo município deve elaborar um PMSB e nele deve conter quatro serviços básicos (Fig. 19) abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbana, no qual deve ser executado necessariamente pelo titular dos serviços municipais de saneamento básico. De acordo com o decreto 10.203 de 22 de janeiro de 2020, após 31 de dezembro de 2022, tendo que

ser revisado a cada quatro anos, o município só receberá recursos federais com destino para saneamento se tiver o PMSB.

**Figura 19** – Quatro serviços básicos do saneamento



Fonte: EOS organização e sistema.

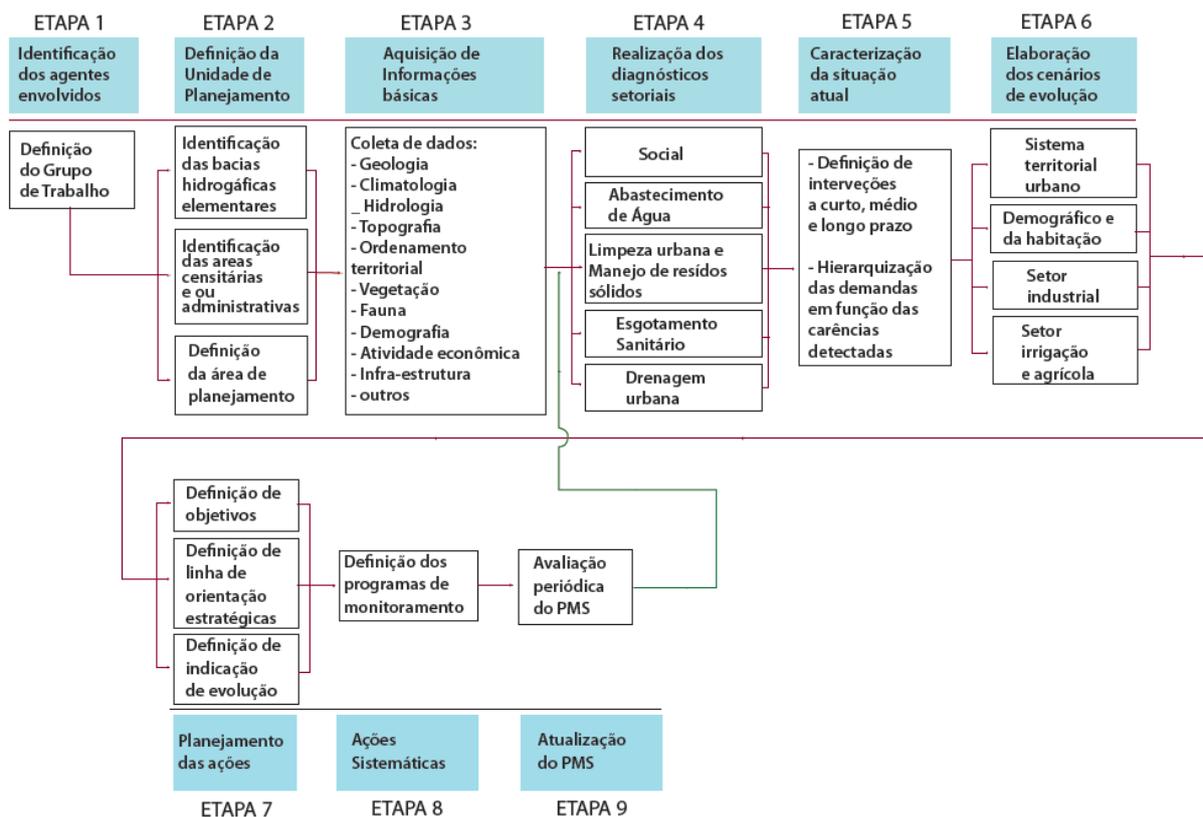
A FUNASA elaborou um gráfico onde exemplifica as orientações obrigatórias para a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico.



Fonte: FUNASA, adaptada pela autora. (2020)

Na figura 20 mostra um fluxograma com a sequência cronológica das etapas necessárias para a elaboração do PMSB, de acordo com o Ministério das Cidades é essencial segmentar as etapas para simplificar os requisitos expressivos perante exigência da lei, além de facilitar a tarefa de planejar os sistemas de saneamento básico.

**Figura 20:** Sequência cronológica do PMSB.



Fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES (2011)

Realizar o diagnóstico do município é de fundamental importância para a elaboração do plano, a participação da comunidade é essencial para a construção do plano, vale ressaltar que a formação de grupos de trabalhos com conhecimento na área de saneamento do município é fundamental, pois diante a análise como um todo que terá um parecer sobre a questão social, ambiental e de saneamento do município. O entendimento sobre o quadro atual de saneamento do município se completa após levantamentos de dados de todas as áreas que atuam sobre o saneamento no município.

Para a execução do diagnóstico, recomenda-se a formação de um Grupo de Trabalho envolvendo representantes de todos os órgãos e entidades que tenham algum tipo de relação com o setor de saneamento do município, tais como: Autarquias,

departamentos, empresas municipais ou concessionárias e consórcios públicos responsáveis pelas atividades e serviços de água, de esgoto, de drenagem e manejo das águas pluviais e de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. Secretarias municipais da área de componentes urbanos: Obras de Infraestrutura Urbana; Habitação; Transportes; Meio Ambiente; Regulação Urbana. Secretarias municipais da área de planejamento, finanças e jurídica: Planejamento; Finanças ou Fazenda; Procuradoria ou Assessoria Jurídica. Secretarias municipais da área social: Saúde; Cultura; Educação; Assistência social. Instituições de ensino e pesquisa: Universidades; Escolas; Centros de educação profissionalizantes; Sociedade civil organizada; Outras. Para distribuir as atividades é necessário separar pela forma de atuação e órgão que o profissional domina. (MINISTÉRIO DAS CIDADES.2011 pág. 61).

## **6.1 SISTEMAS SUSTENTÁVEIS DE DRENAGEM**

O Sistema de Drenagem Urbana Sustentável (SUDS) - (*Sustainable Urban Drainage Systems*) é uma técnica de sistemas de drenagem de modo sustentável que foi desenvolvido por países do Reino Unido. Os sistemas de drenagem urbana sustentável são dispositivos e técnicas desenvolvidas sobre o tripé quantidade, qualidade e amenidade/biodiversidade, as quais devem ser alcançadas de maneira equilibrada. (Woods-Balard et al.,2007 apud CANHOLI 2014, pág. 39). O controle da quantidade se baseia nos seguintes princípios: infiltração, retenção/redenção; transporte e captação de água. (CANHOLI, 2014).

O desenho urbano influi fundamentalmente no sistema de drenagem urbana, o planejamento urbano para que os projetos urbanísticos sejam eficazes são essenciais para o funcionamento da infraestrutura urbana, principalmente nas águas pluviais.

A harmonização entre e a eficácia dos projetos de infraestrutura como a dos sistemas de saneamento está muito relacionada ao uso e ocupação do solo, haja vista que o escoamento superficial de águas pluviais é correspondente a áreas impermeabilizadas. Segundo Miguez; Veról; Rezende (2016) os projetos de Sistemas de Drenagem Urbana sustentável (SUDS), nasceram com o intuito de diminuir os impactos causados pelos volumes de águas pluviais devido ao grande escoamento superficial, desse modo esse sistema é projetado para atuar em pequenas unidades, tendo em vista trabalhar nas condições do terreno original.

Vale ressaltar que existem outros sistemas de projetos sustentável como a Urbanização de Baixo Impacto (LID) – (Low Impact Development) desenvolvido nos Estados Unidos, nasce com o objetivo de elaborar uma paisagem funcional, útil com design inteligente, com comportamento semelhante ao natural, essa técnica aborda recuperar a infiltração das superfícies urbanas, tendo em vista reduzir impactos causados pelo escoamento superficial com design paisagísticos que além de promover melhoras para esse quesito, ainda deixa o local agradável.

As técnicas de LID e SUDS apresentam diferenças nas técnicas empregadas, porém buscam atingir objetivos semelhantes. Enquanto os projetos da SUDS baseiam principalmente na disseminação de dispositivos em diferentes escalas. As técnicas de LID utilizam-se de ferramentas de planejamento prévio da urbanização e design inteligente com enfoque no controle da fonte. (CANHOLI, 2014 Pág. 39).

Existem vários tipos de sistemas sustentáveis que ajudam na drenagem como: os sistemas de biorretenção conhecidos com jardim de chuva; pavimentos permeáveis, dentre outros. Os pavimentos permeáveis ajudam na infiltração para diminuir o escoamento superficial, onde é evadido por superfície permeável. De acordo com Suzuki, Azevedo, Junior (2013) os pavimentos permeáveis podem se adequar em três categorias básicas, em relação a capacidade de absorção da água: Sistema de infiltração total; Sistema de infiltração parcial e Sistema de infiltração para controle da qualidade da água.

Os jardins de chuva são técnicas que agem de forma biológica e contribuem para infiltração da água de chuva, aumenta a qualidade vida do bairro, deixa ruas mais agradáveis, etc. Essa técnica traz uma diminuição para o sistema de drenagem existente. Canholi (2014) O escoamento superficial nas áreas urbanas é bem maior por conta de a impermeabilização do solo ser grande, o jardim de chuva por sua vez, tem a função de diminuir esse nível de escoamento, além de tratar e purificar a água absorvida para o aquífero.

### **6.1.1 Sistemas de biorretenção – Jardim de chuva**

O percurso que as águas pluviais vão percorrer pelas ruas e avenidas, são definidas pelo aspecto geométrico das vias tanto longitudinal quanto transversal, haja vista envolve ruas, calçadas, acostamentos. Para o sistema de drenagem superficial, é

sempre levado em conta os aspectos do terreno, dentre suas declividades, nível, etc. (SUZUKI, AZEVEDO, JÚNIOR, 2014)

A condição mais acessível para o escoamento superficial das águas pluviais é seguir por um terreno ou solo coberto por vegetação, se o solo for arenoso a capacidade de absorção dele será de quase 100 %, porém, se o solo for classificado como argila por exemplo que é menos permeável, pode-se instalar subdrenos para eliminar água parada, observar nas figuras 13, esse sistema se chama de superfície de infiltração. (CANHOLI, 2014. PÁG 44)

**Figuras 21-** superfície de infiltração/ Portland,2002



Fonte: CANHOLI (2014)



Fonte: CANHOLI (2014)

Recentemente foram criadas algumas novas técnicas para o sistema de drenagem, dentre elas estão SUDS no Reino Unido (Sustainable Urban Drainage Systems- Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável) que funciona na prevenção de possíveis alagamentos, evitando que o sistema de drenagem fique sobrecarregado. O Sistema de Drenagem Urbana Sustentável, foi pensado para áreas pequenas, dispersando pelo terreno, para que o caráter do terreno tenha ou chegue perto de suas particularidades hidrológicas antes de ser ocupado. (CANHOLI,2014).

A doutrina aplicada e prevista das SUDS pode ser assim resumida (Woods-Ballard et al., 2007):

- Reduzir as vazões e taxas de escoamento;
- Reduzir os volumes adicionais consequentes da urbanização;
- Promover a recarga natural dos aquíferos;
- Reduzir a concentração de poluentes e atuar como zona de amortecimento em casos de acidentes com derramamento de contaminantes;
- Promover habitats para os animais e agregar valor estético para as áreas urbanas.

A presença de um jardim de chuva permite diminuir muito o escoamento das águas da chuva, devido a cavidade do jardim e a vegetação contida nele. A vegetação também ajuda a reter alguns poluentes que dificultam a infiltração, a superfície da terra nos jardins de chuva compartilha com poluentes através de dois métodos: a adsorção é quando se unem as partículas do solo e a volatilização é quando os poluentes evaporam. TEXAS AGRILIFE EXTENSION (2012).

Esses implementos podem ser implantados em vários locais, pois compõem muito bem ao ambiente através de seu planejamento de design e pela cobertura vegetal que pode ser heterogênea, variada e adaptável às condições da localidade de onde será implantado, na implantação desse sistema deve-se levar em conta o tipo de solo, a vegetação existente, fluxo de drenagem e atividades exercidas.

Se cair mais chuva que o jardim pode infiltrar ele consequentemente vai transbordar, há soluções para isso também, o projeto irá precisar de áreas maiores com vegetação, ou se o local estiver rodeado de áreas impermeáveis irá precisar redirecionar o volume das águas de chuva para um dreno ou um sistema de drenagem adjacente, para essa solução será necessária uma caixa de descarga de excesso (figura 22) , depois colocar a parte superior a entrada da caixa de queda, pelo menos 6 polegadas acima do topo da

superfície do jardim de chuva, e logo após conectar a saída para o sistema de drenagem existente. TEXAS AGRILIFE EXTENSION (2012).

**Figura 22** – Caixa de descarga de excesso



Fonte: TEXAS AGRILIFE EXTENSION (2012).

Os jardins de chuva é um sistema que é preciso levar em consideração alguns pontos notáveis: o controle da quantidade de água escoada, no entanto o jardim deve estar em cota mais baixa do terreno atual, para que a água entre com facilidade e infiltre; a melhoria da qualidade da água infiltrada para o lençol freático. (DUNNET e CLAYDEN, 2007 apud MELO, 2011).

Os jardins de chuva podem ser construídos em locais com variedades de solo de areia ou barro, conforme a bacia hidrográfica do local, pode ser absorvido por com gramado por exemplo, quando o escoamento entra no jardim de chuva diminui devido a cavidade do jardim e a vegetação que nele possui, as melhorias de jardins de chuvas envolvem:

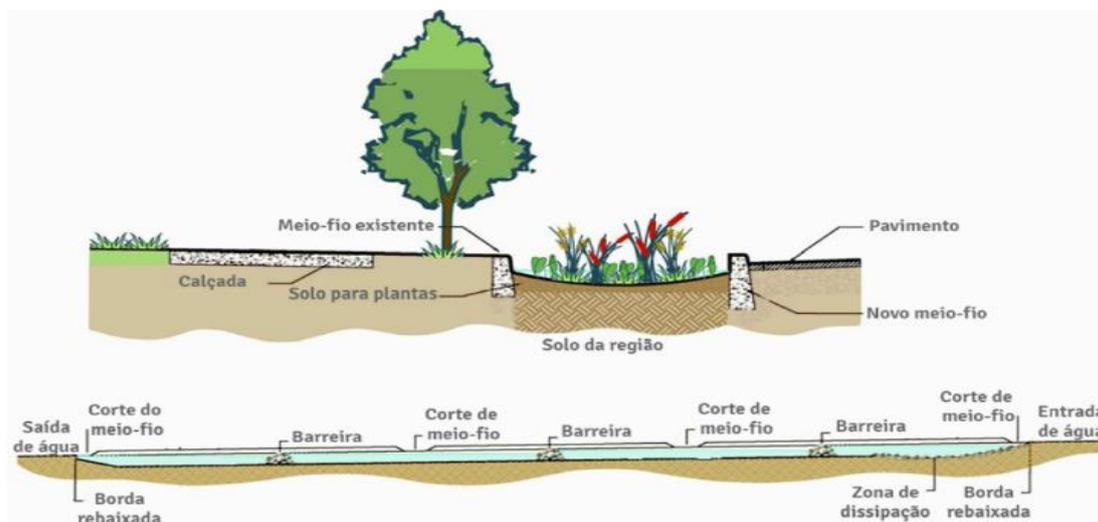
- Menos escoamento das águas pluviais;
- Escoamento mais lento;
- Menos poluição no escoamento;
- Mais água para abastecer o aquífero ou lençol freático;
- Paisagem melhorada. (THE TEXAS A & M SYSTEM)

A cidade de Portland fica no noroeste dos Estados Unidos, é conhecida mundialmente como uma cidade sustentável devido a inúmeros programas que ela adere

para benefícios da população e do meio ambiente, são mais de 1300 jardins de chuva espalhados pela cidade evitando que 125 milhões de litros de água oleosa entrem nos sistemas de esgoto. (ECOTELHADO, 2014). Os principais programas desenvolvidos em Portland em prol da população e principalmente do meio ambiente são: Programa de desconexão de calhas; Prêmio rio limpo; Programa de telhados verdes; Programa ruas verdes.

O Programa ruas verdes por sua vez, tem o objeto de usar o sistema de drenagem sustentável, pois reduz as inundações e melhora a qualidade das águas, tendo como principal fundamento a construção de jardins de chuva e uso de pavimentos permeáveis. A cidade preserva a qualidade de vida da população e do meu ambiente, mitigando o desperdício de recursos naturais, o aumento da biodiversidade, maior permeabilidade, entre outras. Portland atualmente é uma cidade modelo, por mostrar que utilizar técnicas e tecnologias simples são capazes de mudar um cenário de poluição e enchentes, tendo em vista que o planejamento urbano e o apoio da população tornam-se tão importantes quantos as técnicas aplicadas na cidade, pois para que o desenvolvimento urbano aconteça de forma que não prejudique nem a população nem o meio ambiente, é fundamental a base da comunidade e poder público estarem de mãos dadas.

**Figura 23** – Exemplo de como funciona um jardim de chuva



Fonte: Adaptado de Portland's Bureau of Environmental Services apud Soluções para cidades.

**Figura 24** – jardim de chuva de Portland



Fonte: Pinterest

### **6.1.2 Pavimentos permeáveis**

A maioria dos projetos que vem sendo utilizado há algum tempo, são os pavimentos impermeáveis, isso com o passar do tempo trouxe uma série de problemas no qual vemos hoje em relação a drenagem urbana.

Nos Estados Unidos vem sido criada várias leis em relação a drenagem urbana, instituindo o máximo de infiltração e o armazenamento da água do escoamento superficial da água. Em vez de usar tecnologias para pavimentos impermeáveis, é recomendável o uso do pavimento poroso que ajuda na infiltração da água, em vez de escoar. SUZUKI; AZEVEDO; JUNIOR (2013. PÁG 181)

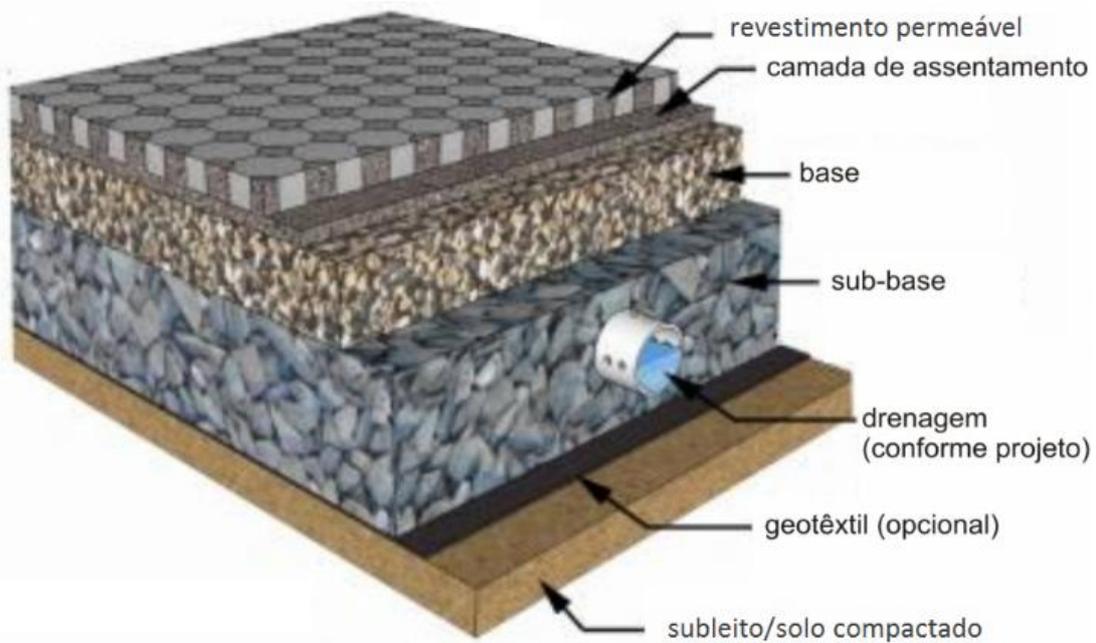
Segundo os autores Suzuki; Azevedo; Junior, os pavimentos permeáveis podem ser classificados em três tipos quanto ao seu revestimento:

- Revestimento de concreto asfáltico poroso;
- Pavimento de concreto cimento Portland poroso.
- Pavimentos com blocos pré-moldados de concreto de cimento Portland vazados e preenchidos com material drenante granular ou areia.

Os pavimentos permeáveis ou poroso são feitos de concreto ou asfalto convencional, onde é retirada as partículas finas, é colocado sobre a área permeável, a

função desse pavimento é exercer a retenção para diminuir o volume de água do escoamento (fig. 25) CANHOLI (2014. PÁG 51)

**Figura 25** – pavimento permeável



Fonte: aquafluxus engenharia

**Figura 26-** pavimento permeáveis.



Fonte: aquaflux engenharia

A utilização de pavimentos permeáveis colabora muito para a redução dos problemas causados por inundações urbanas. Estas medidas trabalham sobre diferentes níveis, como segue:

- Pavimentos dotados de revestimentos superficiais permeáveis: possibilitam a redução da velocidade da água da chuva, a retenção temporária de pequenos volumes na própria superfície do pavimento e a infiltração de parte das águas pluviais;

- Pavimentos dotados de estrutura porosa: onde é efetuada a detenção temporária das águas pluviais, atrasando a ida deste volume de água para a rede de drenagem, o que ajuda a evitar a sobrecarga do sistema de drenagem;
- Pavimentos dotados de estrutura porosa e de dispositivos de facilitação da infiltração: onde ocorre tanto a detenção temporária das águas pluviais como também a infiltração de parte delas. Estas características contribuem com atraso e redução dos volumes escoados. SOLUÇÕES PARA AS CIDADES (2013).

Existem alguns tipos de pavimentos permeáveis: Concreto Permeável; Asfalto Poroso; Bloco de Pedras com Juntas Abertas; Ecopavimento agregado ou Pedra ou Brita; Pavimento Intertravado Permeável. Vale ressaltar que a nos pavimentos intertravados a diminuição do escoamento da água depende das aberturas entre um bloco e outro, é recomendado aplica esses tipos de pavimentos em lugares: áreas industriais, Galpões, Pátios, Ruas de Tráfego menos denso; Condomínios, Conjuntos habitacionais; Praças; Calçadas; Estacionamento, Ruas de bairros. O pavimento permeável permite que a água se infiltre no solo através dos espaços entre os blocos cheios de rochas finas, toda essa técnica tem como principal objetivo diminuir o escoamento superficial da água, melhorar a qualidade da água absorvida e reduzir a quantidade água pluviais evitando maiores danos para a população e para o poder público.

#### **4 DIAGNÓSTICO**

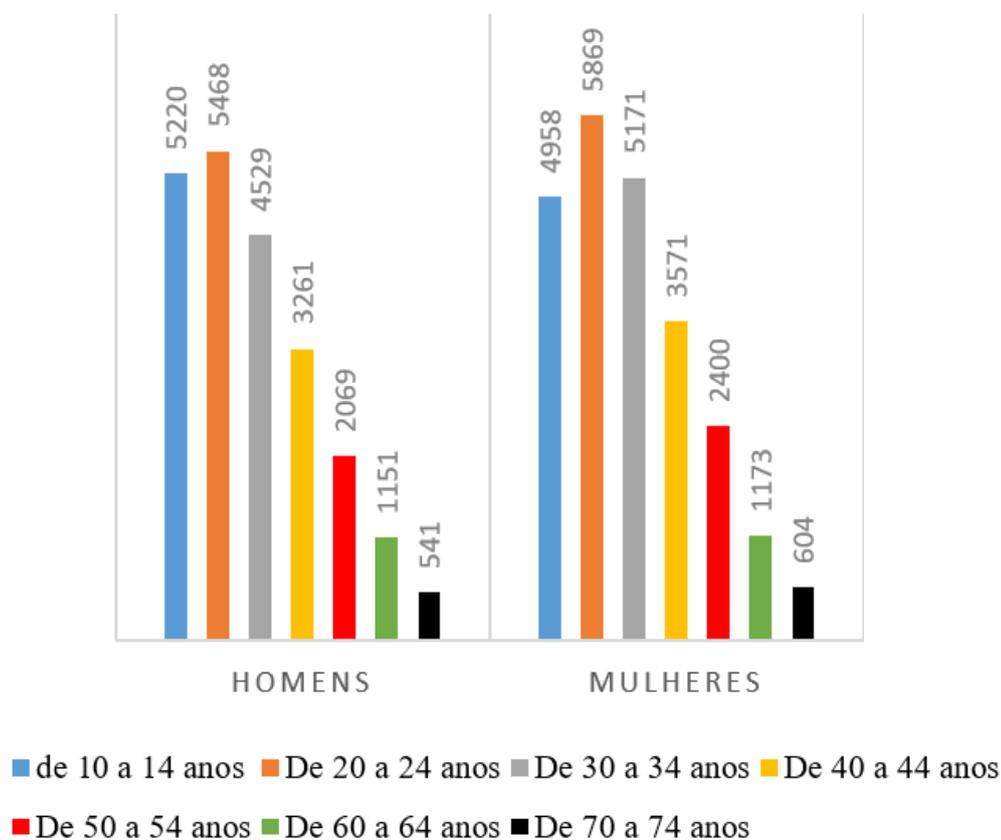
Como já foi dito anteriormente, este trabalho menciona o município de Paço do Lumiar com ênfase no bairro do Maiobão, onde aborda um tema relacionado a infraestrutura urbana (drenagem) do bairro do Maiobão. De acordo com a prefeitura de Paço do Lumiar, o município foi criado a partir do desmembramento do município de Ribamar e foram criados os bairros Maiobão, Maioba, Mocajituba, Iguaíba, Paranã I, II e III, Vila Mercês e Residenciais Abdalla I e II, comunidade de Tendal-Mirim, Loteamento Todos os Santos, Vila São Jose I e II, comunidades dos Portos de Mocajituba, Caranguejo, Pau Deitado, as comunidades de Novo Horizonte, Nova Luz, Nova Vida, Jardins das Meses, Residenciais Araguaia, Roseana Sarney, Conjunto Tambaú, Loteamento Jardim Paranã, Residencial Orquídeas, Vila Nazaré, entre outras vilas e comunidades compõem o cenário geográfico de Paço do Lumiar.

#### 4.1 Dados Socioeconômicos de Paço do Lumiar

O município de Paço do Lumiar é a região metropolitana de São Luís, vizinho dos municípios de São José de Ribamar, São Luís e Alcântara, Paço do Lumiar se situa a 6 km ao Norte-Oeste de São José de Ribamar.

De acordo com o censo 2010 do IBGE, sua população estimava em 2019 era 122.197 pessoas e sua densidade demográfica 855,84 hab/km<sup>2</sup> censo 2010. Nas figuras abaixo podemos observar alguns dados levantador pelo IBGE para a população do município de Paço do Lumiar – MA.

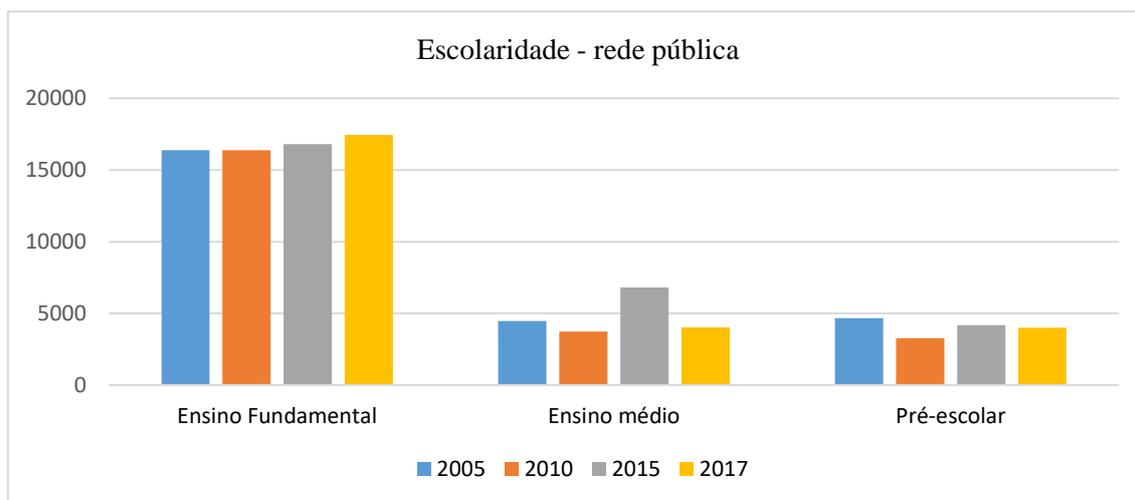
**Gráfico 01: Faixa Etária**



Fonte: IBGE – censo (2010)

Como podemos observar no gráfico 27 a população do município de Paço do Lumiar de acordo com o censo IBGE 2010, é a maioria uma população jovem com poucos idosos, a maioria das pessoas do município trabalham na grande São Luís voltando para casa somente a noite, mas isso vem mudando ao longo dos anos, pois o município vem se desenvolvendo rapidamente. O salário formal mensal dessa população sendo de 1,7 salários mínimo, mas apenas 6,5 % da população são ocupados.

**Gráfico 02 : Escolaridade do município**



O nível de escolaridade da população é de maioria de ensino fundamental, logo a população que compõe esse cenário é de se imaginar um pessoal mais jovem assim como mostra na fig. 28 de faixas etárias na fig. 27 mostra que o número de pessoas que cursam o ensino médio é bem mais baixo em relação ao ensino fundamental, onde houve até uma queda entre 2015 e 2017 em relação ao ensino médio, logo se prever que uma parte das pessoas que terminam o ensino fundamental, não continuam o ensino médio, seja por desistência ou por opção de estudar em outro colégio na grande São Luís.

#### **4.2 Aspectos do bairro Maiobão**

Continuando sobre o bairro do Maiobão, é o maior complexo habitacional do município de Paço do Lumiar - MA e conta com ampla rede de comércios e serviços, o bairro foi criado entre 1980 e 1982 e a princípio foram construídas 4.666 unidades habitacionais, era considerado um bairro dormitório, pois a maioria dos moradores trabalhavam e estudavam na grande São Luís, voltando para casa só a noite, porém com o passar dos anos, o bairro se desenvolveu muito rapidamente, muitos empreendedores visaram o local como prospero e muitos investimentos chegaram até lá, o bairro cresceu, mas apesar da rede de comercio ser grande por lá, era um bairro residencial, mas atualmente pode ser considerado um bairro misto.

Diante desse desenvolvimento, a população consequentemente aumentou e junto a isso os problemas também principalmente em relação a infraestrutura urbana devido à falta de planejamento urbano, atualmente alguns pontos do bairro vem sofrendo

pelos impactos das chuvas, os problemas aumentaram devido as grandes taxas de áreas impermeabilizadas na região. Esse aumento da população no bairro fez com que redes de lojas e investimentos em diversas áreas de comércio se instalasse lá, no entanto o Maiobão pode ser considerado um bairro residencial, mas com o passar dos anos uma ampla rede de comercio instalada lá faz com esse bairro seja misto e independente permitindo que seus habitantes não precisem se deslocar para resolver problemas do dia a dia.

**Mapa 03:** Mapa de localização de instituições educacionais no Maiobão e adjacências.



Fonte: google maps - adaptado pela autora (2020)

● Escolas

● Creches

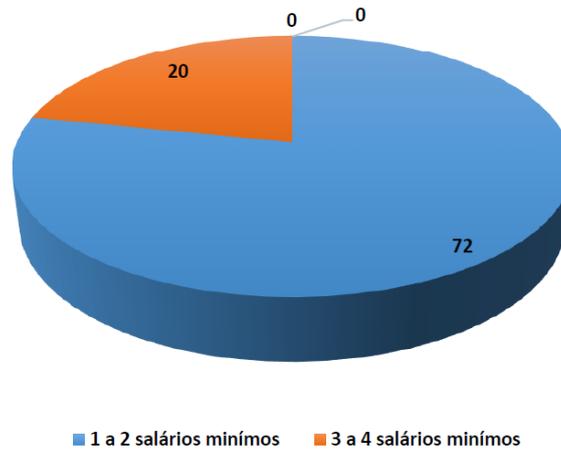
● Instituição de nível superior

O Maiobão conta com vários locais de instituições de ensino educacional, seja ela pública ou particular, dentro bairro ou nas adjacências como é o caso das instituições de nível superior, (mapa 03) permitindo que os alunos do bairro e da região não precisem se locomover a outros locais de maiores distâncias.

De acordo com Duarte (2017), uma grande quantidade de habitantes do bairro trabalham em São Luís, e até a década de 90 a maioria não possuíam ensino médio, a renda estimada da maioria era até dois salários mínimos, onde pode ser classificada

como uma população de classe média baixa, porém com o passar dos anos, o bairro e as pessoas se desenvolveram, fazendo com que essa média tenha mudado.

**Gráfico 03:** Estimativa de renda no período entre 1982 a 1992



Fonte: DUARTE (2017)

De acordo com IBGE 2017, o salário médio mensal dos trabalhadores era de 1,7 salários mínimos, a proporção de pessoas ocupadas em junção com a população total era de 6,5%, o pessoal ocupado totalizava 7.986 pessoas. Comparando com 2010 segundo IBGE o percentual da população com rendimento nominal mensal a 1,2 salários mínimos. Relacionando com o que diz o gráfico acima, o salário da população não mudou muita coisa opondo a estimativa feita entre 1982 a 1992, aferindo que pode ainda ser classificada como população de classe média baixa.

**Mapa 04:** Mapa de localização de pontos comerciais do Maiobão e adjacências.



Fonte: google maps - adaptado pela autora (2020)

- |  |   |   |
|--|---|---|
|  Supermercado |  Posto de gasolina |  Feira do Maiobão. |
|  Bancos       |  Farmácias         |   |

Segundo Duarte (2017), no ano de 1985 basicamente três anos após a fundação do bairro, o local contava apenas com o supermercado Lusitana que supria a necessidade dos moradores da região, porém com o passar dos anos, as pessoas foram dando formas as suas residências transformando-as em pequenos comércios.

O comércio forte na região transformou as principais vias, portanto o Maiobão possui uma rede de serviços no qual permite que os moradores não precisem se locomover até o centro ou outro bairro mais distante em busca de tais serviços, apesar de alguns problemas relacionados a infraestrutura, os habitantes da região não se queixam de falta de serviços básicos como pagamentos em lojas, transações bancárias compras e muito mais. A região ainda conta com um shopping próximo a 4,6 km do Maiobão (Fig. 27) que contém várias lojas com muitas opções para os habitantes da região como; 141 lojas, sendo 90 lojas satélites, 28 lojas de fast food, parque infantil com mais de 500 metros quadrados, rede Centerplex de Cinemas com 06 salas e 06 lojas âncoras – Casas

Bahia, C&A, Riachuelo, Le Biscuit, Lojas Americanas e Supermercados Mateus; além de 06 mega lojas – Pollyele, Degraus, Talentos e em breve 01 Academia de Ginástica e Clínicas do Hospital São Domingos.

**Figura 27:** Localização do shopping Pátio Norte

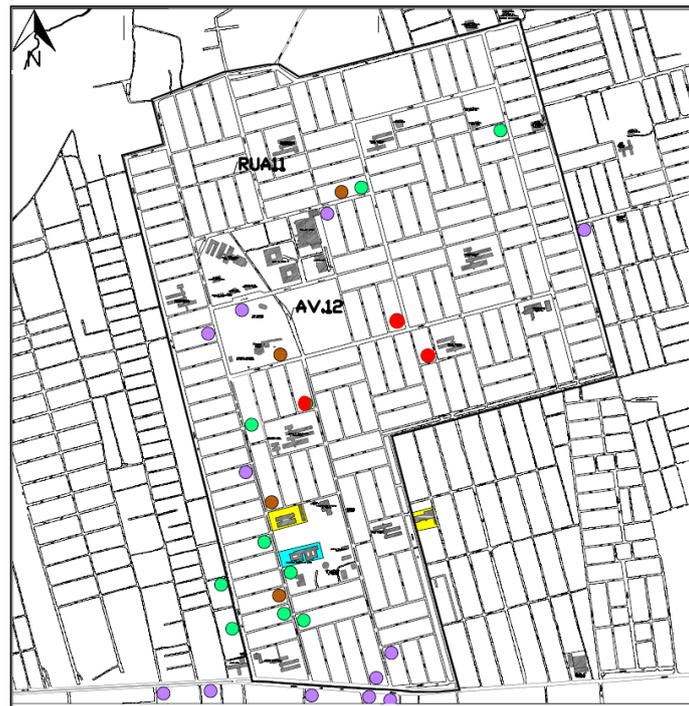


Fonte: google earthe -adaptado pela autora (2020)

Inaugurado em março de 2015, localizado na Estrada de Ribamar o shopping Pátio Norte, pôde facilitar o acesso dos moradores da região, principalmente aos habitantes do Maiobão já que antes o shopping mais próximo era no Turu.

O bairro além de contar com uma ampla rede de comércio, também contém uma variedade de instituições de saúde, como hospitais, postos de saúde, clinicas de atendimento geral, clínicas dentárias e clínica veterinária.

**Mapa 05:** Mapa de localização de instituições de saúde do Maiobão.



Fonte: google maps – adaptado pela autora (2020)

- Hospital
- Clínica
- Clínica dentária
- Clínica veterinária
- Unidade básica de saúde

Como foi dito anteriormente, as instituições de saúde que compõem o bairro são essas como vimos no mapa 05. Diante disso, vemos que o local é propício de atendimento médico básico, logo, os moradores da região se precisar de algum atendimento básico, não precisam se locomover para outros bairros, pois o local já dispõe desses serviços e atendimentos.

### 4.3 Área de preservação

O desenvolvimento e crescimento rápido do bairro é considerado como uma das principais deteriorações do meio ambiente, segundo o jornal G1, o rio Paciência que passa bem próximo ao barro do Maiobão está poluído pelo fato do esgoto ser lançado na água sem tratamento algum, esse é um fato que não agride só o meio ambiente, mas também a população que residem próximo a essa área, pois a contaminação de locais como rios, e poluição de mata ciliar, contribuem para a proliferação de doenças as pessoas que moram próximo a esses locais, vale ressaltar que é um dever do poder público agir a

favor do meio ambiente, fauna e flora, como também vale da conscientização de pessoas não contribuir com o aumento da poluição.

**Figura 28:** localização gráfica do Rio Paciência e seus afluentes



Fonte: Google Earth – adaptado pela autora (2020)

O afluente da bacia do Paciência passa bem próximo ao bairro do Maiobão como pode ser observado na fig. 28, segundo o jornal G1 Maranhão, essa parte do rio que passa próximo ao bairro já foi uma das principais atrações do bairro, por conta da água ser limpa e atrair moradores da região, entretanto o rio nessa área está poluído devido ao esgoto do bairro Maiobão ser lançado no rio e se tornando impróprio pra o banho, além disso queimadas da mata ciliar também são comuns na área, a poluição e a sujeira desta região de mata e do afluente do rio é grande trazendo grandes danos ao meio ambiente, mas pesquisadores e especialistas em meio ambiente relatam que o rio pode ser sessado mediante a poluição.

**Figura 29:** Afluente do Rio Paciência nas proximidades do Maiobão



Fonte: G1.com/rede mirante 03/10/2013

**Figura 30:** Queima na mata ciliar nas proximidades do Maiobão



Fonte: G1.com/rede mirante 03/10/2013

O art. IX do cap. I do Plano Diretos de Paço do Lumiar, relata a proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e edificado, dos patrimônios natural e cultural, tanto na área urbana quanto na área rural, com vistas e desenvolvimentos sustentável.

Cabe ao poder público em conjunto com a comunidade local, a manutenção do meio ambiente ecologicamente equilibrado, promovendo a proteção e a revitalização, controle e melhoria da qualidade do ar, da água, do solo, da flora e da fauna em,conformidade com o art. 116 da Lei orgânica do município e com o art. 241 da Constituição Federal do Maranhão. ( Art. 6º Paço do Lumiar -2007).

Pesquisadores e especialistas, afirmam que essa região de poluição na área de preservação nas proximidades do bairro Maiobão pode ser revitalizada, haja vista que o saneamento e a infraestrutura do local estejam em condições que não permita agredir ao meio ambiente e a população ter consciência de não jogar lixo nessas área de preservação para assim, tem uma área propícia para flora e fauna da região.

#### **4.4 Saneamento e infraestrutura**

##### **4.4.1 Saneamento ambiental na grande São Luís e regiões metropolitanas – MA.**

De acordo com o dicionário saneamento significa série de medidas que tornam uma área sadia, limpa, habitável, oferecendo condições adequadas de vida para a população. Segundo o Trata Brasil no ranking de saneamento das 100 maiores cidades,

no ano de 2017 da cidade de São Luís – MA ocupava a posição de 79º em 2018 ocupava a posição de 76º, porém ainda ocupa uma posição não favorável a população. O Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SINIS) levantaram dados de saneamento sobre abastecimento de água, rede de esgotamento sanitário, tratamento de esgoto e perdas de água, pelo Brasil, Nordeste e Maranhão, a empresa responsável pelos serviços de saneamento na capital é a Caema.

**Tabela 4** – Comparação dos indicadores de atendimento no Brasil, Nordeste, MA e Caema (2011) em %

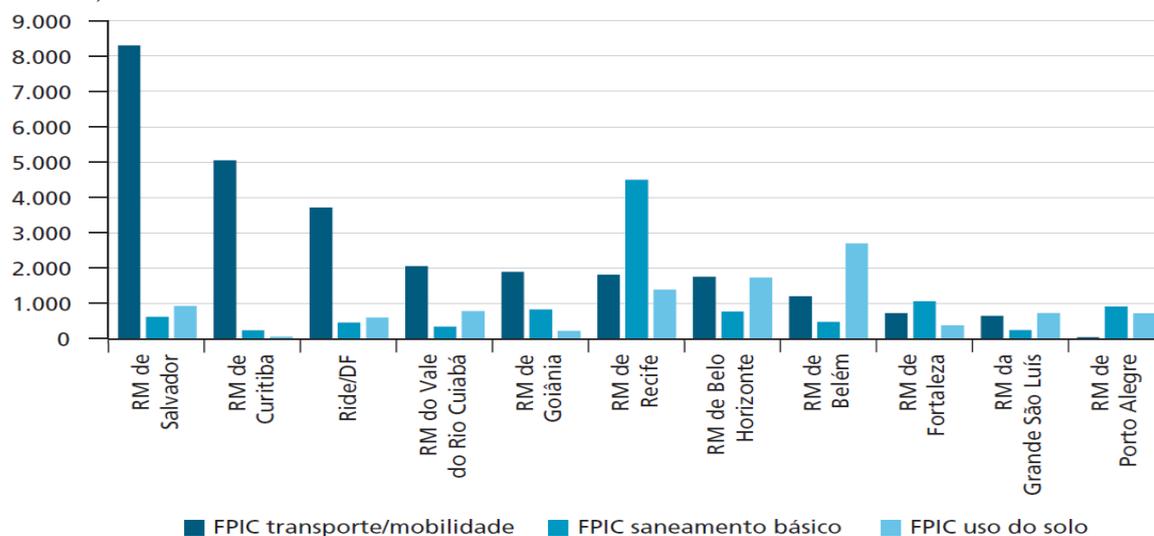
	Brasil	Nordeste	Maranhão	Caema
Abastecimento de água	82,4	71,2	50,4	44,9
Esgotamento sanitário	48,1	21,5	10,5	10,9
Tratamento de esgoto	37,5	30,1	7,8	8,2
Perdas de água	38,8	51,4	55,4	59,0

Fonte: Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SINIS) apud Ipea

As Funções Públicas de Interesse Comum (FPIC) como serviços de transportes, saneamento básico e uso do solo, recebem investimentos para que os municípios tenham tais serviços, comparando São Luís com algumas capitais do Brasil como mostra o (gráfico 04) os investimentos para essas áreas são muito baixos, esses serviços são de fundamental importância para a população no qual são usados diariamente, esse tema sobre saneamento e infraestrutura ainda é delicado, pelo fato das informações mostrarem a realidade de como um número grande de pessoas vivem, porém mesmo sabendo dessa realidade dura o governo ainda insiste em investir tão pouco para esses sistema tão fundamental para a vida da população e da cidade.

O § 1º do Plano direto de Paço do Lumiar – 2007, a infraestrutura básica é o conjunto de equipamentos e instalações de abastecimento de água potável, disposição adequada de esgoto sanitário, distribuição de energia elétrica e sistema de manejo de águas pluviais. O § 2º infraestrutura complementar, é o conjunto de equipamentos e instalações de iluminação pública, pavimentação, rede de telefonia e outras redes de comunicação e outros elementos não contemplados a infraestrutura básica. O § 3º Equipamentos comunitários formam, o conjunto de equipamentos de educação, saúde, segurança, esporte, lazer e convívio social.

**Gráfico 04** – Montante de recursos investidos em Regiões Metropolitanas (Em R\$ milhões) 2008-2013



Fonte: Oliveira, Vieira, Carvalho 2014, Pesquisadores Ipea

As diretrizes do sistema de saneamento da região metropolitana em relação a cidade polo São Luís, são bastantes desiguais nesse contexto como mostram as informações em relação a redes de água e esgoto e coleta de lixo na tabela 5.

**Tabela 5** – Rede de água e esgoto e coleta de lixo – regiões metropolitanas de São Luís

Municípios	Total de domicílios	Rede de água		Rede de esgoto		Coleta de lixo	
		Com rede de água	%	Com rede de esgoto	%	Com coleta de lixo	Percentual
RM da Grande São Luís	359.114	265.149	73,83	141.498	39,40	308.180	85,82
Alcântara	6.074	3.495	57,54	57	0,94	1.350	22,23
Paço do Lumiar	27.114	174.46	64,34	8.004	29,52	16.682	61,53
Raposa	6.552	5.143	78,50	83	1,27	3.318	50,64
São José de Ribamar	42.562	27.706	65,10	4.136	9,72	34.494	81,04
São Luís	276.812	211.359	76,35	129.218	46,68	252.336	91,16

Fonte: IBGE apud Ipea (2017)

O município de Paço do Lumiar como mostra a tabela 4 - 64,34% da população tem abastecimento de água enquanto a rede esgoto apenas 29,52%, já a coleta de lixo 61,53%, a rede de esgoto está bem abaixo do que a população necessita, aí já se encontra um problema no quesito saneamento. Segundo o Plano Diretor da cidade de Paço do Lumiar 2007, (I- da ordenação do crescimento das diferentes áreas territoriais da

cidade, de forma compatível com a oferta de moradias, com o saneamento básico, o sistema viário e de transportes coletivos e demais equipamentos urbanos). Nos municípios que compõem a grande São Luís os abastecimentos de água entre eles são pela Caema (Estado) ou pela prefeitura. O conjunto habitacional Maiobão em Paço do Lumiar tem um serviço de abastecimento de água, fica localizado no bairro pelo fato de ter a maior concentração da população do município.

Os serviços de limpeza em São Luís (SEMOSP), São José de Ribamar (SEMOSP) e Paço do Lumiar (SINFRA) são feitos por empresas terceirizadas, no qual as secretarias são responsáveis pela fiscalização dos serviços das empresas contratadas. A lei 12.305/2010 Política de resíduos sólidos, menciona que dispõe sobre princípios, objetivos e instrumentos, bem como as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. (BRASIL, 2010 Artigo 1º).

A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.  
Art. 18

A existência de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos não exime o Município ou o Distrito Federal do licenciamento ambiental de aterros sanitários e de outras infraestruturas e instalações operacionais integrantes do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos pelo órgão competente do Sisnama. (BRASIL, 2010 § 4º, Artigo 18)

Cabe ressaltar que a lei 11.445/2007 de Saneamento básico, estabelece que os municípios devem criar seus planos de saneamento, o decreto 7.217/2010 complementa as diretrizes da lei de saneamento, os municípios a partir de 2018 só receberam fundos do governo federal com destinos a investimentos em saneamento básico só com o plano de saneamento o art. 19 do presente decreto relata que os planos de saneamento básico deverão ser compatíveis com os planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas inclusive para disposição ou diluição de esgotos e outros resíduos líquidos, é sujeita a outorga de direito de uso. (BRASIL, 2010). De acordo com o Ministério das Cidades um

novo decreto assinado pelo atual presidente nº 10.203/2020 declara: Após 31 de dezembro de 2022, a existência de plano de saneamento básico, elaborado pelo titular dos serviços, será condição para o acesso aos recursos orçamentários da União ou aos recursos de financiamentos geridos ou administrados por órgão ou entidade da administração pública federal, quando destinados a serviços de saneamento básico. ”Brasil (2020 Art. 2º).

#### **4.4.2 Abastecimento de água e esgoto**

A população do município de Paço do Lumiar passou a receber alguns serviços de saneamento de empresas terceirizadas como é o caso da BRK, atualmente é o consorcio responsável pelo abastecimento de água do município, a Caema era responsável por esses serviços, mas diante da reclamação da população pela falta de água de dia sim e outro não, em 2016 a câmara dos vereadores do município adotou o consorcio BRK para atuar nessa área com os serviços de saneamento como abastecimento de água e esgoto. O bairro do Maiobão, recebe esses serviços do consorcio BRK, como abastecimento de água e serviços de esgoto sanitário, apesar do serviço de abastecimento de água ser frequente sem falta de água com frequência, relato de moradores reclamam do alto preço da tarifa, haja vista que o consorcio BRK não fez o levantamento dos imóveis após que começou a ser responsável por tais serviços, utilizando os dados da empresa anterior ( Caema), além disso moradores demandam que o serviço relacionado ao esgoto deixam a desejar, pelo fato das galerias estarem com frequência entupidas.

#### **4.4.3 Coleta de lixo**

A coleta de lixo do município é realizada através de uma empresa terceirizada a Sellix Ambiental, contratada pela prefeitura, os dias da coleta é segunda, quarta e sexta e varia de horário pela manhã ou tarde, sendo a mesma frequente.

#### **4.4.4 Energia e iluminação pública**

Os serviços de energia e de iluminação pública responsável pelo município e a empresa Equatorial, logo, pelo bairro do Maiobão também, no entanto a prefeitura ficou responsável pela troca das lâmpadas dos postes para LED. Os serviços da empresa Equatorial são pertinentes, entretanto segundo relato de moradores a empresa descumpre algumas leis municipais como o corte indevido nos finais de semana sexta a tarde e segunda deixando os moradores passando por contratempos.

#### 4.4.5 Pavimentação

O serviço de pavimentação é de responsabilidade total da prefeitura de Paço do Lumiar, há pouco mais de dois anos, foi feito todo asfaltamento do bairro e a manutenção de tal serviço de pavimentação também é por conta da prefeitura, apesar de muitos desses serviços serem terceirizados pela prefeitura de Paço do Lumiar, as funções relacionados a pavimentação a prefeitura do município é responsável. As ruas do bairro Maiobão são maioria asfaltadas, e tem muita área impermeabilizada, tanto nas ruas quanto nas calçadas, fazendo com que o escoamento superficial ganhe força. Na época da chuva a pavimentação de algumas ruas ficam comprometidas fazendo com que as mesmas estejam esburacadas, obrigando as pessoas e até veículos a passarem pela calçada.

Segundo o Plano Diretor de 2007 da cidade de Paço do Lumiar, a área mínima permeável, deve permanecer livre de qualquer tipo de revestimento construtivo, ocupada por jardins, não podendo ser ocupada pela edificação e não podendo ser impermeabilizada.

**Figura 31:** Av. 11- Maiobão



Fonte: elaborado pela autora (2020)

**Figuras 32,33,34,35:** Ruas do bairro Maiobão



Fonte: Elaborado pela autora (2020)



Fonte: elaborado pela autora (2020)

As ruas do bairro, são basicamente todas asfaltadas, sem locais permeáveis para ajudar na infiltração da água da chuva, tanto ruas e calçadas são impermeabilizadas, fazendo com que a água ganhe força devido a topografia do local, destruindo ruas que ficam próximas ao enxultório, asfalto nenhum aguentaria o volume grande de chuva principalmente no primeiro semestre do ano que é onde os níveis pluviométricos são bem elevados.

**Figura 36:** Rua Cento e trinta e nove



**Figura 37:** Rua 11



Fonte: elaborada pela autora (2020)

**Figura 38:** Rua 11



**Figura 39:** Av três

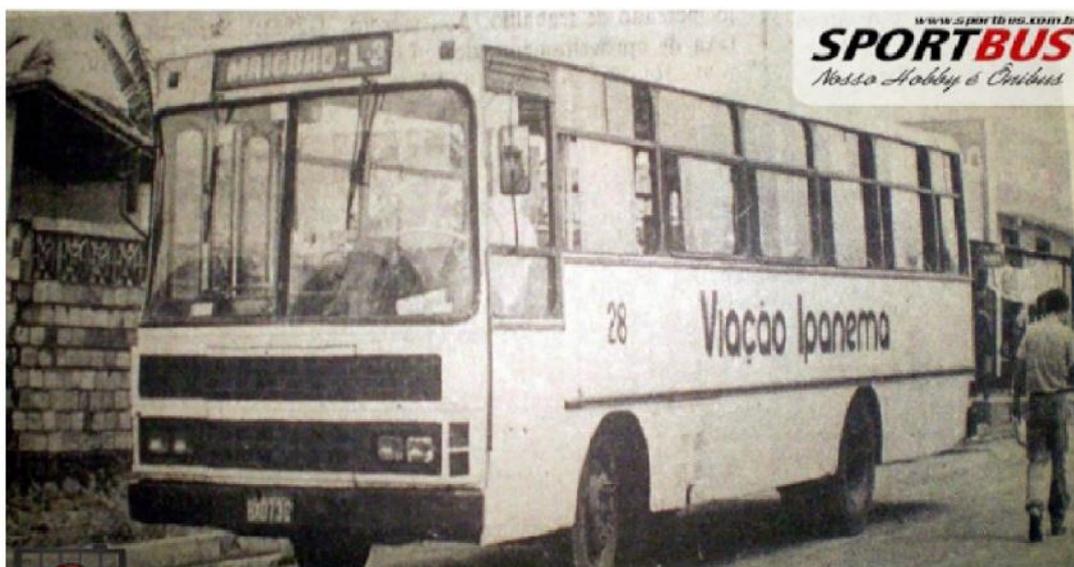


Fonte: elaborada pela autora (2020)

#### 4.4.6 Transporte Público

O transporte público de Paço do Lumiar segundo Duarte (2017), é amparado pelas empresas Primor, Metropolitano e Taguatur. A empresa que conseguiu a primeira licitação para fazer a linha Maiobão/Centro foi a Ipanema em 1986 (fig. 40). Após alguns anos, empresas como a 1001 Expresso, São Benedito, Primor, Espírito Santo e Útil, colaboraram ao conjunto com serviços de transporte. Duarte (2017).

**Figura 40:** Ônibus da empresa Ipanema



Fonte: DUARTE (2017)

Todas as linhas de ônibus do município de Paço do Lumiar, passam pelo bairro do Maiobão como:

<b>Ônibus que passam pelo Maiobão</b>	<b>Linha própria do bairro</b>	<b>Linhas que atendem a região</b>
Paraná L1	Maiobão L1	Maiobão L1/ João Paulo
Paraná L2	Maiobão L2	Maiobão L2/ João Paulo
Vila São José		Vila São José L1/ Rodoviária
Iguaíba Cidade verde		Vila São José L2/ Rodoviária
		vila Cafeteira L1/ João Paulo
		Vila Cafeteira L2/ João Paulo
		Maiobão L1/ São Francisco
		Maiobão L2/ São Francisco
		Vila São José L1/ São Francisco/ Band. Tribuzzi
		Vila São José L2/ São Francisco/ Band. Tribuzzi
		Paraná L1/ São Francisco
		Paraná L2/ São Francisco
		Tambaú L1/ Terminal Cohab
		Tambaú L2/ Terminal Cohab

		Síto Grande L1/ Terminal Cohab
		Upaon-Açu L1/ Terminal Cohab
		Upaon-Açu L2/ Terminal Cohab
		Lima Verde/ Terminal Cohab
		Cidade Verde/ Maiobão/ Terminal Cohama
		Cidade Verde/ Maiobão/ Band. Tribuzzi
		Iguaíba/ Cidade verde/ Maiobão/ Patio Norte.

O expresso metropolitano das L1 e L2 fazem o trajeto dentro do bairro conforme o mapa a seguir.

**Mapa 06:** Trajeto dos ônibus no bairro Maiobão



Fonte: Duarte (2017), adaptado e atualizado pela autora (2020)

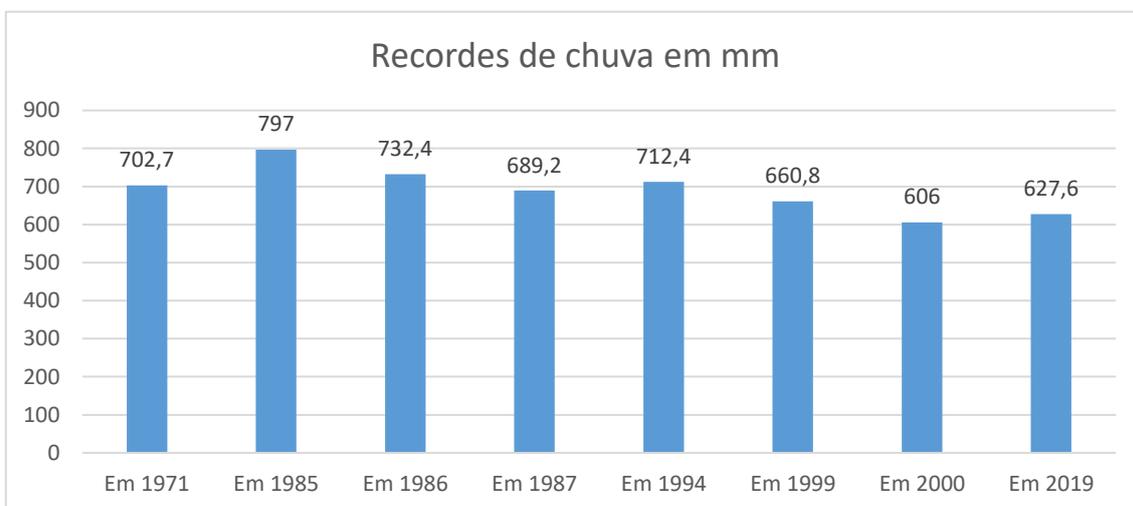
Os trajetos das linhas 1, 2 e Expresso Metropolitano, em que a Linha 1 desce pela avenida 13, sobe pelas avenidas 3, 2, onde fica o ponto final, em seguida passa

pelas avenidas 1 e 14 até sair na Estrada de Ribamar. A linha 2 percorre a Avenida 12, 5 e 8 até chegar também no ponto final. Por fim, a linha metropolitana é subdividida em duas: a primeira faz o mesmo percurso da Linha 1 e o segundo passa por toda a avenida 13 e Avenida 1 até percorrer outro bairro adjacente: Sítio Grande. A diferença dessa linha Expresso Metropolitana ser subdivida é devido o primeiro percurso fazer a linha Maiobão/João Paulo/São Francisco e o segundo fazer linha Cidade Verde/Maiobão/Cohama. (Duarte 2017. Pág 69).

#### 4.4.7 Análise pluviométrico

Durante o primeiro semestre do ano de 2019, as chuvas que caíram durante esse tempo foram bem maiores que esperado, no mês de março de 2019 em 24h choveu o que era previsto para o mês inteiro segundo o Nucleo de Meterologia da UEMA. Foi um dos maiores recordes de milímetros de chuva dos últimos tempos como mostra o gráfico a seguir.

**Gráfico 05 - Tempestades históricas em médias anuais em São Luís – MA.**

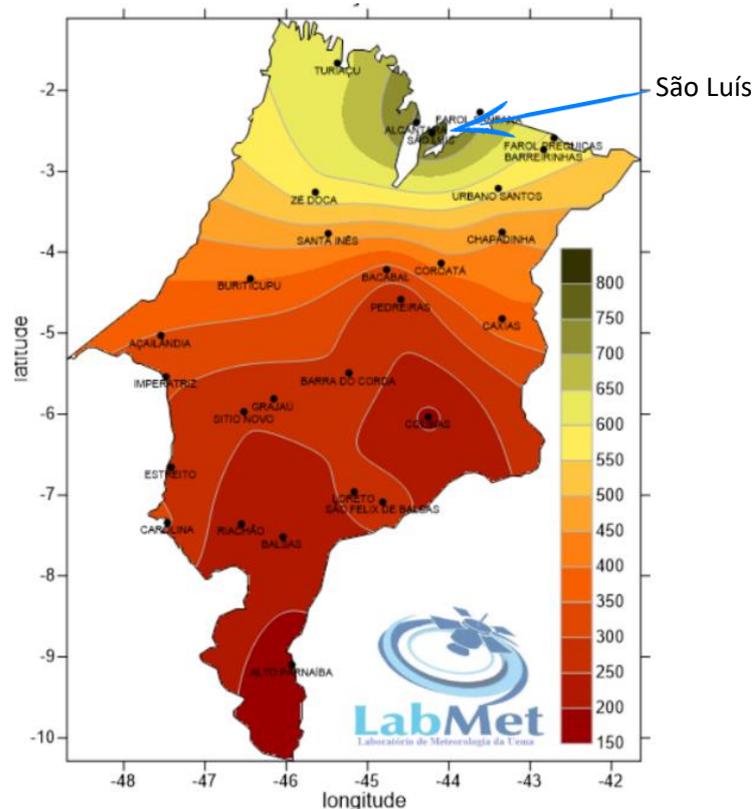


Fonte: NuGEO UEMA 2019 – Adaptado pela autora

As chuvas deixaram grandes rastros por todos os bairros da grande São Luís, o rio Paciência transbordou e causou vários transtornos inclusive deixando a Estrada de Ribamar interditada segundo o jornal O Estado. Na imagem a seguir (Fig. 41), mostra a avaliação pluviométrica do mês de março do ano 2019, segundo o NuGeo – UEMA (Laboratório de meteorologia), foi o mês com recorde de chuva de num único dia cair 236,2 mm. A avaliação pluviométrica serve para medir os milímetros (mm) de água da

chuva num determinado local ou região, auxilia para saber quantos mm caiu em um ano ou fazer o balanceamento mensal como é o caso da figura a seguir. O grande volume de chuva ficou acumulado em São Luís e adjacências, vários problemas aconteceram na cidade e no seu entorno devido ao grande volume de chuva, mas isso não significa que quando a chuva cai em menos volume a cidade não passe por problemas de alagamentos, pelo contrário, essa é uma questão na qual a população já fica atenta que irá acontecer, só não sabem o nível do estrago que vai causar.

**Figura 41** – Avaliação pluviométrica março de 2019



Fonte: NuGeo – 2019

A figura acima mostra que o nível de água que caiu em março de 2019 em São Luís e regiões metropolitanas foi um dos mais elevados, levando em conta que diante desse grande volume houve vários problemas em relação à infraestrutura urbana da região afetada.

O primeiro semestre do ano de 2019 em especial ao mês de março, após cair um volume elevado de chuva a Rua 11 foi completamente devastada (Fig. 42), casas de moradores foram invadidas pela forte chuva no local, moradores perderam móveis, deixando assim a população e o poder público num prejuízo grande, a grande taxa de impermeabilização do solo pode ser um dos fatores para inundação, a impermeabilização

do solo faz com que o escoamento da água desça mais rápido e mais forte, consequentemente destruindo o que estiver pela frente.

**Figuras 42,43,44, 45: Rua 11**



Fonte: G1 maranhão/ março 2019



Fonte: G1 maranhão/ março 19

A prefeitura de Paço do Lumiar declarou situação de emergência diante da circunstância causada pelas fortes chuvas que atingiu a região, o poder público municipal teve muitos prejuízos tendo que fazer contratações de serviços e compras de

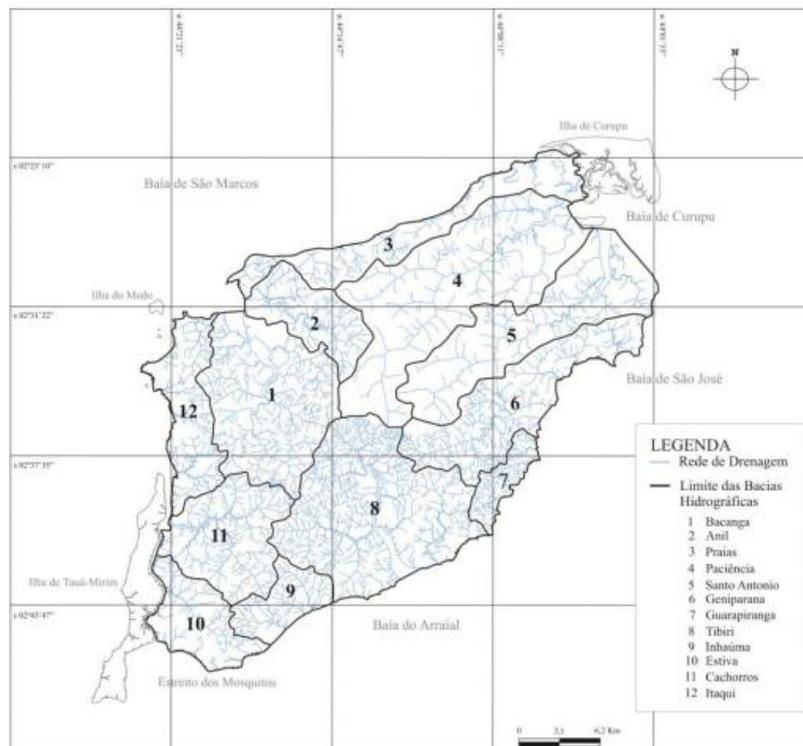
equipamentos para que a população voltasse a ter mobilidade na região atingida, além de ressarcir as famílias prejudicadas com os bens materiais. As fortes chuvas afetaram a infraestrutura dessa região do bairro, principalmente a mobilidade de diversas vias abrindo grandes buracos que impossibilita andar por essas ruas e muito menos trafegar.

## 5 MÉTODOS E MATERIAIS

### 5.1 Identificação da bacia hidrográfica que percorre pelo bairro Maiobão.

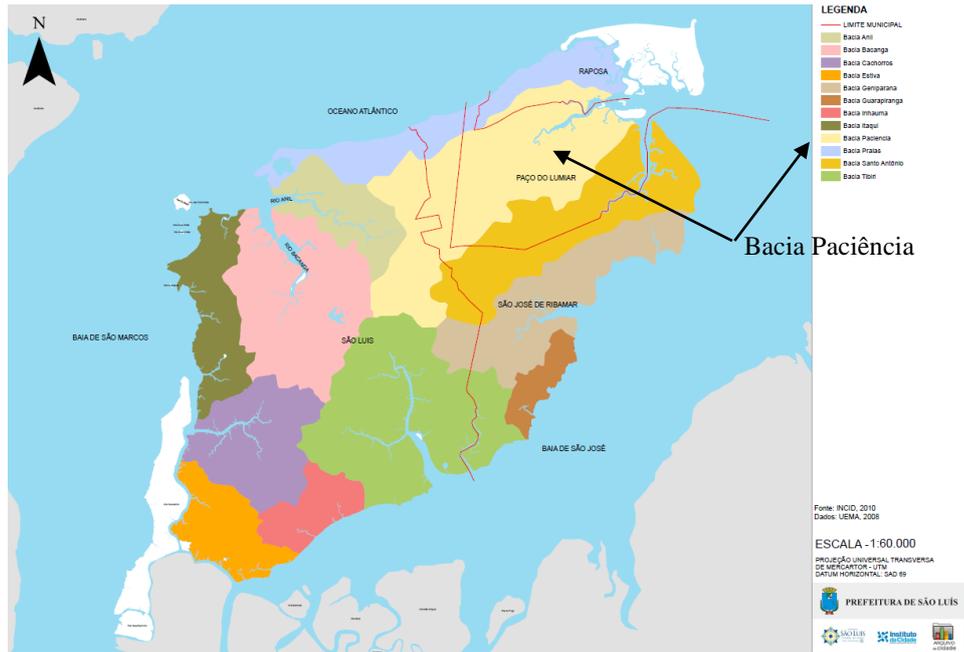
Uma parcela do rio Paciência localiza-se nos municípios de São Luís, São José de Ribamar e Paço do Lumiar, na parte central da cidade de São Luís – MA, (Fig.45, mapa 07 e 47) dentre as coordenadas Universal Transversa de Mercator –Projeção UTM's, fuso 23S; 9711000/9723000 mN e 583000/585000 mE. O acesso pode ser realizado pelas vias terrestres MA-201 e MA-203, e via marítima através de pequenos portos ao longo da desembocadura do rio principal. (CASTRO; PEREIRA, 2016).

**Figura 46:** Delimitação das bacias hidrográficas de São Luís



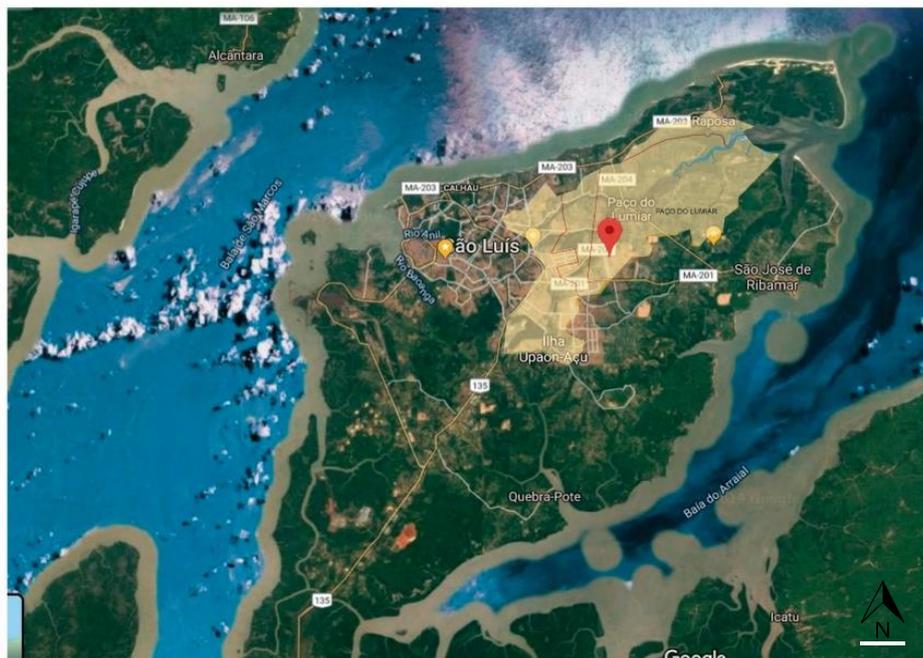
Fonte: NUGEO geoambiental (UEMA, NUGEO 2010)

**Mapa 07:** Mapa de bacias hidrográficas de São Luís –MA.

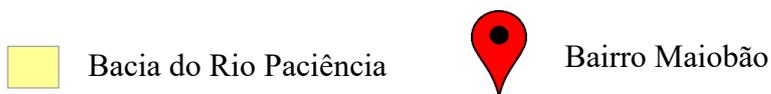


Fonte: INCID 2010, dados UEMA 2008. Prefeitura de São Luís.

**Figura 47:** Bacia do rio Paciência



Fonte: UEMA/NUGEO LAB. Geoprocessamento 2008. Adaptado pela autora.



Segundo Castro; Pereira (2016), a bacia do rio Paciência possui uma área de 145,7 Km<sup>2</sup>, a malha hidrográfica desta bacia é composta pelos rios Paciência,

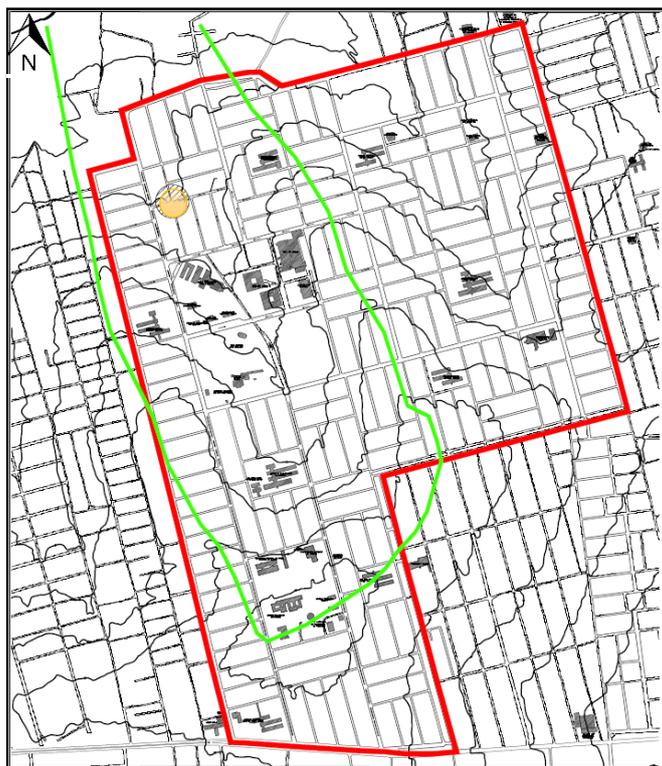
Saramanta, Prata, Itapiracó, Santa Rosa, Miritiua e pelos igarapés Cumbique, Iguaiba, Cristóvão, Cajueiro, Maiobão e Genipapeiro, dentre outros.

## 5.2 Delimitação da bacia de contribuição

Após análise do mapa topográfico do bairro (Item 3.2), pode-se delimitar uma área na qual sofre constantemente ano a ano (mapa 08), a Rua 11, no entanto no ano de 2019 foi completa

mente devastada pelas fortes chuvas, em seguida, o estudo do mapa pode-se fazer uma delimitação de bacia contribuinte, toda a água que cai sobre as ruas acima tem seu fluxo natural para a área onde fica a Rua 11. A bacia de contribuição é definida pela topografia do terreno, dividindo por linhas imaginárias. Com o passar dos anos o bairro cresceu muito, e a rua 11 fica numa área mais baixa do bairro, logo fica localizada onde o fluxo natural da água passa com mais força devido aos grandes volumes acumulados nas ruas acima.

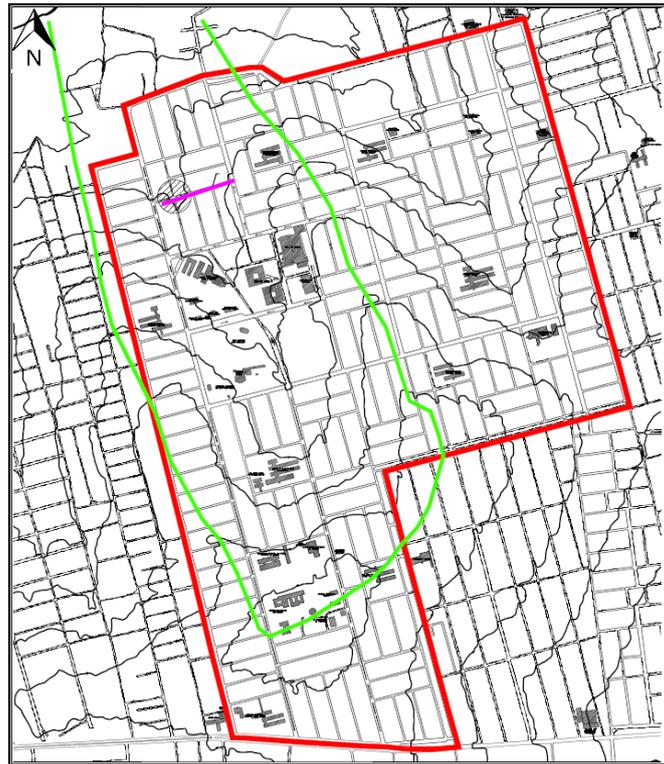
**Mapa 08** - Delimitação da bacia de contribuição e da área onde fica a Rua 11.



Fonte: Elaborado pela autora. (2020)

— Delimitação da bacia de Contribuição.      (hachuras amarelas) Localização da área onde fica a Rua 11.

**Mapa 09 – Localização da Rua 11**



Fonte: elaborado pela autora (2020)

— Rua 11

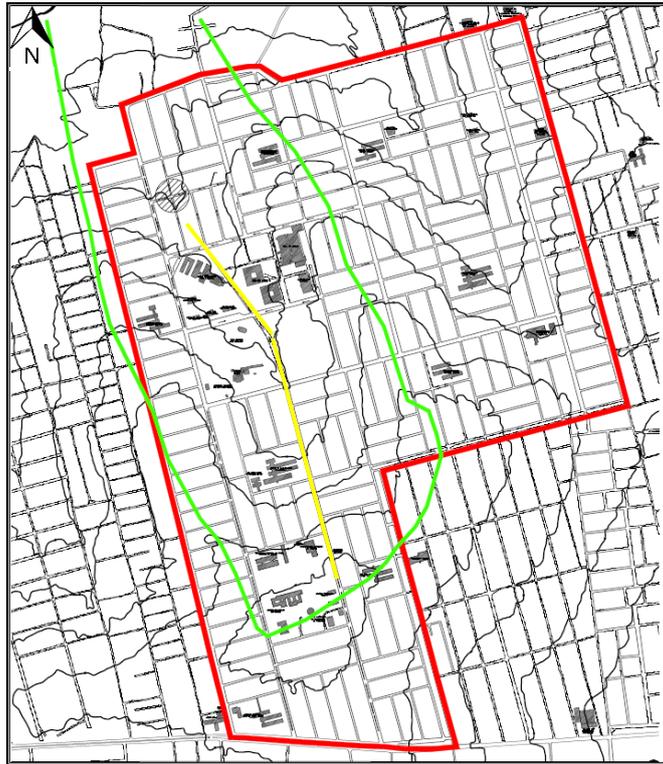
A bacia de contribuição serve determinar pontos que fazemos com a topografia do terreno, a bacia de contribuição como já foi dito anteriormente são linhas imaginárias que se traçam através do estudo topográfico e nela poder descobrir o fluxo natural da água, a declividade é muito importante para a modelagem do escoamento, a velocidade do fluxo natural da água depende dessa variante. É fundamental definir a área da bacia para que os dados possam ser analisados do comportamento hidrológico a partir do comparativo das curvas de nível na topografia.

### **5.3 Vistoria da área de contribuição**

#### **5.3.1 Existência de Talvegue no curso da água.**

Logo após a delimitação da bacia de contribuição (Mapa 08), pode-se notar que a Avenida 12 (Mapa 09) serve como canaleta, ou seja o talvegue por onde o fluxo natural da água, onde tem seu maior impacto na Rua 11, a água que cai sobre as ruas transversais junto com a água da Av. 12 faz com que ganhe força devido ao escoamento superficial nas áreas impermeabilizadas.

**Mapa 10: Localização Av. 12**



Fonte: elaborado pela autora. (2020)

— AV. 12

Ao longo da av. 12 existe um desnível, ou seja, do início dela pela Estrada de Ribamar até a metade o nível é alto, logo após já sofre desnível fazendo com que a água ganhe força, até chegar ao destino onde causa maiores danos, pode ser entendido como área de talvegue que é a área mais funda do vale, de acordo com os dados de cotas da topografia do terreno, essa parte da Av.12 pode ser considerada um talvegue no qual é a configuração natural do terreno, é o caminho das águas de chuva.

### **5.3.2 Identificação de pontos de lançamento de águas pluviais.**

De acordo com as cotas do terreno, como já foi dito Av. 12 pode ser considerada como o talvegue da área, assim como as outras ruas, o fluxo da água sempre corre para o fundo do vale, logo, o volume de água de chuva que vem da avenida junto com as ruas transversais se junta e vai em direção da rua 11 (fig.49). o estudo dessa área com o mapa topográfico, pode-se notar uma área de contribuição que são os fluxos distintos das águas, mostrando a parte e por onde escoam e formando grandes volumes

de água até chegar ao exutorio, mostra o comportamento da água a partir da representação do relevo da região.

**Figura 48:** Área de contribuição escoamento natural do fluxo da água



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

As setinhas da figura acima mostram o caminho do fluxo da água da chuva nessa área do bairro do Maiobão. Pode-se notar o caminho que a água escorre, à medida que escorre ao longo das ruas o volume fica maior, até chegar a Rua 11 e Rua 139 com todo volume e força acumulada das ruas anteriores.

### 5.3.3 Área de intervenção direta e indireta

Com base nos estudos analisados anteriormente sobre o bairro e suas características, foi delimitado uma área direta para intervenção a fim de tentar mitigar os impactos causados pelas fortes chuvas na região, resultantes de impermeabilizações constantes na qual se ver diminuída a vazão de água pluvial.

A longo prazo é preciso ponderar um novo planejamento urbano, pois questões relacionadas a saneamento e infraestrutura tendem a não acompanhar o progresso rápido que as cidades, diante disso as áreas de intervenções direta e indireta do bairro Maiobão tem por objetivo tentar diminuir as consequências que as chuvas causam, para que futuramente seja elabora um planejamento urbano para que toda a população

não passe mais transtornos e que o poder público entenda que o planejamento urbano é fundamental pra que haja menos contratempos.

**Mapa 11:** Área de intervenção direta e indireta



Fonte: elaborado pela autora (2020)

— Intervenção indireta      — Intervenção direta

A área de intervenção direta é o local onde será implantado técnicas de drenagem sustentável, na tentativa de diminuir os impactos causados pelas fortes chuvas no local e para diminuir a quantidade de áreas impermeáveis e aumentar áreas permeáveis já que na região há escassez de áreas permeáveis.

#### **5.3.4 Identificação de pontos de boca de lobo e galerias**

As bocas de lobo são equipamentos em forma de caixa coletora para coleta de água pluvial, as galerias pluviais são conjuntos de tubulações que tem a finalidade de captar, conduzir, transportar e drenar a água da chuva das áreas urbanas para mover até rios ou lagos, etc., após um levantamento do bairro estudado para o desenvolvimento desse trabalho, a localização das boca de lobo e das galerias serão fundamentais para o avanço do projeto proposto para a região, pois diante do levantamento pode-se levar em

consideração o que já havia mostrado anteriormente que grandes áreas impermeáveis como asfalto e concreto por exemplo, o solo não consegue absorver a água, a utilização de galerias pluviais surge como forma de que os alagamentos não aconteçam, dependendo do volume de chuva e da quantidade de galerias espalhadas na região.

**Mapa 12:** mapa de localização de boca de logo e galeria na área direta de estudo.



**Figura 49:** Galeria



Fonte: elaborado pela autora. (2020)

**Figura 50:** Boca de lobo



Fonte: elaborado pela autora. (2020)

A maior concentração de bocas de lobo e galerias da região do Maiobão fica localizado na avenida 12, isso significa que devido a topografia do terreno esse é o local do fluxo natural da água, onde passa grandes volumes de água até chegar a parte do exutório local da Rua 11.

### 5.3.5 Levantamento dos fluxos das ruas

Após a delimitação da área direta, foi feito um levantamento das ruas para saber quais tem mais fluxo tanto de pedestres quanto de veículos. O levantamento é realizado através da planta da área direta e marcar as ruas com mais fluxos, as avenidas e as ruas residenciais, essa avaliação da área direta para a implantação do projeto urbanístico com as técnicas de sistemas de drenagem sustentável, leva em consideração os critérios que permitem o uso de futuras implantações para o revestimento do solo.

**Mapa 13:** Uso e ocupação do solo



Fonte: elaborado pela autora. (2020)

- Uso misto Urbano
- Residência
- Comércio
- Equipamento

Podemos observar no mapa que o bairro é considerado um bairro misto por haver vários usos no local, o uso misto significa casa e comércio, moradores ou

utilizam uma área da casa e transforma em comércio ou faz o comércio na parte térrea e a casa no andar de cima, o comércio é bem variado, e os equipamentos urbanos já vimos nos mapas acima, que são instituições de ensino, instituições de saúde etc. Com base nesse mapa de uso e ocupação de solo, pode-se fazer um levantamento dos fluxos das ruas como mostra o mapa a seguir.

**Mapa 14:** Levantamento do fluxo das ruas da área direta



Fonte: elaborada pela autora; (2020)

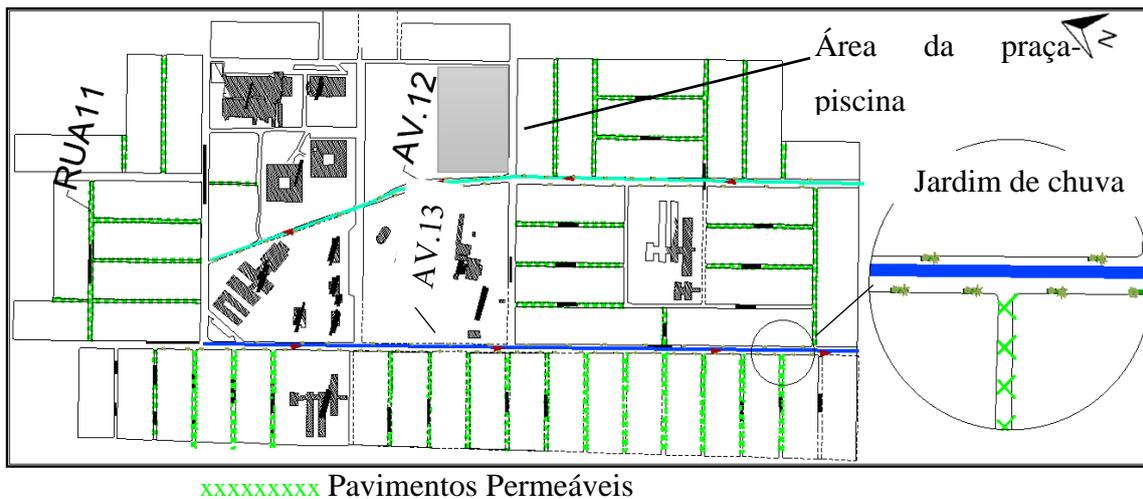
Através desse levantamento é possível compreender a área de estudo e procurar atender os conceitos teóricos essenciais que possibilita o seu uso. Essa análise somada aos demais levantamentos que foram apontados, permitem identificar os aspectos das ruas para que possa incrementar as técnicas de drenagem sustentável, e os elementos que precisam ser reformados ou construídos no local, com o intuito de mitigar os impactos de infraestrutura urbana no quesito drenagem.

#### 5.4 Projeto

A proposta projetual para área direta como já mostrada anteriormente, tem o objetivo diminuir os impactos das águas pluviais na Rua 11, diante disso, os procedentes desse estudo apresentou que para mitigar os impactos nessa rua foi necessário analisar a fundo a topografia e como o bairro cresceu para constatar o porquê essa rua passa por contratempos de água pluvial anualmente.

A partir das informações coletadas no decorrer do trabalho, a proposta de projeto para a região é implantar jardins de chuva e pavimentos permeáveis, modificar a mobilidade das avenidas 12 e 13 transformando em avenidas binárias a qual a avenida 12 quem vem pela Estrada de Ribamar no sentido saindo do bairro e a avenida 13 entrando do bairro para a Estrada de Ribamar. Os jardins de chuva serão implantados ao longo das avenidas e nas ruas residenciais os pavimentos permeáveis e nas calçadas de toda área da bacia de contribuição pavimentos permeáveis.

**Figura 51:** Proposta projetual



Fonte: elaborada pela autora (2020)

O propósito da implantação desses sistemas de drenagem sustentável, é reduzir o coeficiente de escoamento superficial, grandes volumes de água em intervalos de tempo curtos e grandes taxas de impermeabilização deixam a drenagem incapaz de da a vazão necessária. O coeficiente de escoamento superficial nas grandes e médias cidades brasileiras está entre 80% a 85% e todo esse volume esco para o sistema de drenagem existente, reduzir esse coeficiente diminui ou acaba com os alagamentos, pois tem a disposição de não sobrecarregar o sistema de drenagem existente.

Para Santos (2016) a taxa de permeabilização ou infiltração por lote é a seguinte: lotes ocupados ou não maiores de 300 m<sup>2</sup> a infiltração nesse lote deve-se na proporção de 2 m<sup>3</sup> para 100 m<sup>2</sup> do terreno total e lotes menores de 300 m<sup>2</sup> a infiltração nesse lote deve-se na proporção de 1m<sup>3</sup> para 100 m<sup>2</sup>, ou seja, a cada lote maior que 300 m<sup>2</sup> para cada 100 m<sup>2</sup> de área construída o lote deve infiltrar 2 m<sup>3</sup> e para lotes menores que 300 m<sup>2</sup> para cada 100 m<sup>2</sup> de área construída deve infiltrar 1 m<sup>3</sup>.

Devido ao momento atual que estamos vivenciando de pandemia, não teve como obter resultados de cálculo de vazão e de velocidade da água no laboratório de meteorologia Nugeo – UEMA, diante disso para a continuidade no trabalho e na proposta do projeto, foi utilizado o método que Santos (2016) utilizou, assim da pra diminuir os impactos das águas pluviais na região.

De acordo com Duarte (2017), os lotes no bairro Maiobão variam entre 120 m<sup>2</sup> e 300 m<sup>2</sup>, na área da proposta os lotes são de 300 m<sup>2</sup>, o Maiobão se localiza na zona ZUB – Zona de Urbanização Básica de acordo com o plano diretor do município de Paço do Lumiar e a área livre mínima edificada (ALML) é de 40%, considerando a teoria de Santos (2016) e levando em conta os lotes do bairro de 300 m<sup>2</sup> e 60% de área construída teremos para cada lote 180 m<sup>2</sup>, logo, cada lote deve infiltrar 1,8 m<sup>3</sup>, ou a área da quadra dividida por 300 e multiplicada por 1,8.

**Exemplo 1: área a ser infiltrada por lote:**  $60\% \text{ de } 300 = 180 \text{ m}^2 \div 100 = 1,8 \text{ m}^3$

**Exemplo 2: área a ser infiltrada por quadra:**  $\frac{\text{área da quadra}}{300} * 1,8$

## 6 RESULTADOS E CONCLUSÕES

Diante do que foi mostrado no decorrer deste trabalho, a Rua 11 fica localizada na área de enxultório e por isso passa por transtornos anualmente, a falta de planejamento urbano para o local quando estava em crescimento contribuiu para construções em locais que não são apropriados, pois deve ser feito todo um estudo antes de ocupação da área ou apresentar possíveis soluções para construções em locais como esse, juntamente com o fator de retirada do solo original para grandes área impermeabilizadas também contribuiu para as enchentes e inundações da área.

O entendimento de conceitos históricos sobre o comportamento da chuva na região, foi o complemento para a implantação de jardins de chuva, no qual pode-se associar os meses com maiores intensidades de chuva, no intuito de diminuir o grande volume de fluxo de água para a rua afetada, vale ressaltar, que para cada localidade seja ela dentro do bairro ou próximo a ele, deve ser feito todo o estudo topográfico e o histórico de cada lugar ou área para poder implantar determinado projeto.

Em relação a infiltração do solo da localidade, não foi possível fazer o teste de infiltração do solo no laboratório, por conta do momento de pandemia que estamos vivendo atualmente, o solo foi colhido e guardado, porém na época de fazer análise de

infiltração do solo no laboratório da instituição, o local foi fechado por causa do surto da pandemia, não podendo obter resultados de análise do solo do local coletado. Vale ressaltar que diante os estudos feitos no decorrer do trabalho para a implantação do projeto, segue as referências de autores e locais que já utilizaram esse sistema.

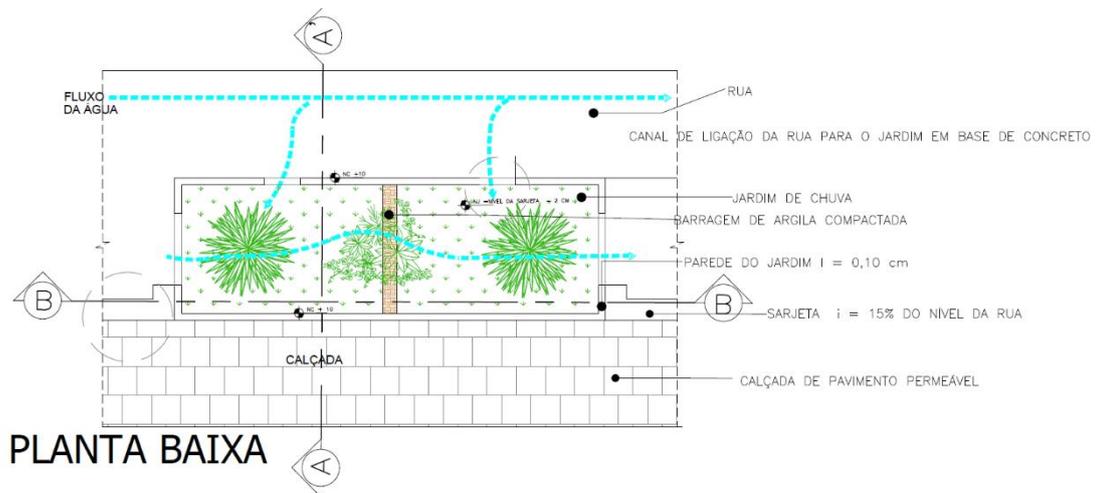
Para a diminuição dos impactos de águas pluviais na região da rua 11, foram implantados jardins de chuva ao longo das avenidas 12 e 13 e 4, e utilizada a área de uma praça degradada para requalificação e implantação de praça-piscina para ajudar na diminuição do volume da água, no qual ela irá servir para reter águas de chuva na época de grandes intensidades e diminuir o volume de água no sistema de drenagem existente, e em época que não houver chuva, ela servirá como quadra poliesportiva e anfiteatro para a população. (Implantação, plantas e cortes dos jardins e praça em anexo), na av. 12 foram implantados 72 jardins de chuva e na av. 13 foram implantados 112 jardins com dimensão de 2 x 6 x 0,70 cada jardim absorve 8,4 m<sup>3</sup> de litros de água, a estrutura do jardim de chuva é formada por camadas, no qual podem variar as espessuras de cada material usado (solo de jardim, areia, brita), é necessário uma análise de capacidade de infiltração do solo existente para definir melhor as espessuras. Foi também usado pavimentos permeáveis nas ruas residenciais, pois são ruas com menos movimentos e os pavimentos vão ajudar a diminuir o volume do fluxo da água,

**Figura 52:** exemplo de jardins implantados na avenida



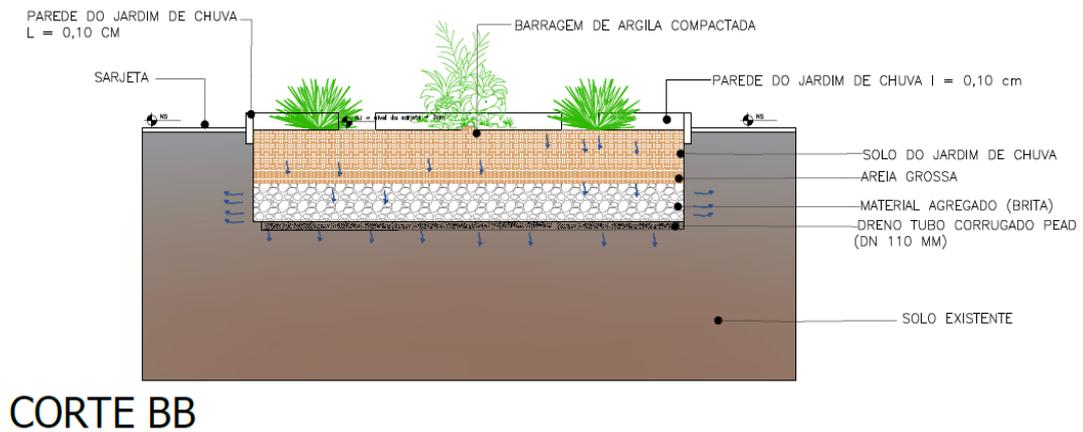
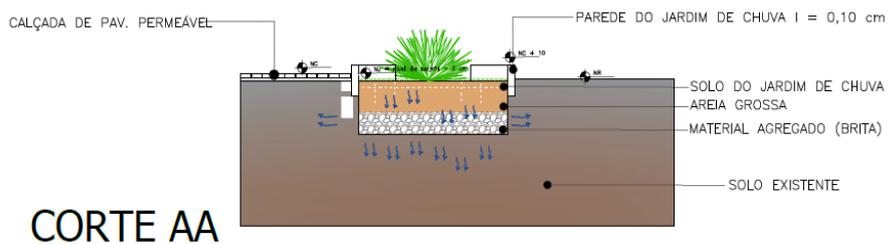
Fonte: elaborada pela autora (2020)

**Figura 53:** planta baixa dos jardins de chuva padrão implantados na avenida



Fonte: elaborada pela autora (2020)

**Figura 54 – cortes do jardim de chuva**



Fonte: elaborada pela autora (2020)

**Figura 55:** jardim de chuva implantado na avenida



Fonte: elaborado pela autora (2020)

As figuras acima, detalham como os jardins de chuva serão implantados ao longo das avenidas, e a forma no qual ele é construído, esse sistema é eficaz em vários lugares e ajudam a evitar inundações e enchentes.

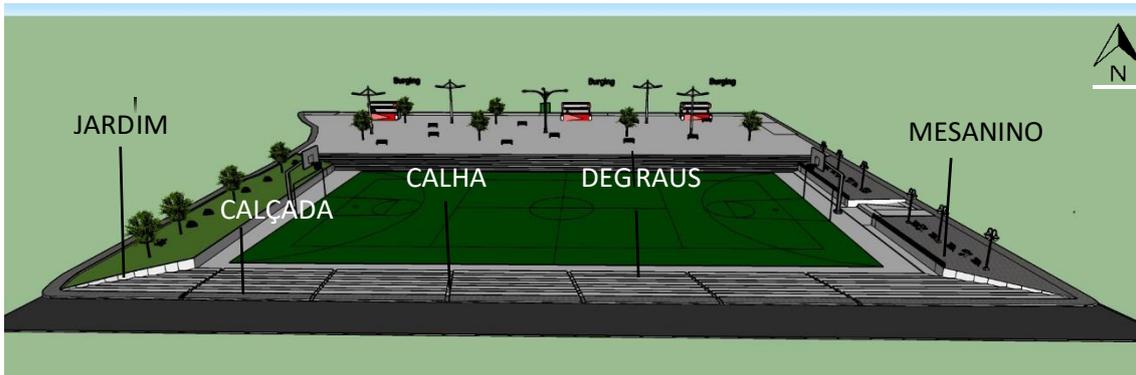
A figura a seguir mostra a requalificação de uma área onde fica uma praça que não tem muita utilidade para a população do bairro, a proposta para requalificação dessa área é trazer um local que sirva para a população, assim também que sirva como um complexo que ajude no sistema de drenagem existente para que não o sobrecarregue.

**Figura 56:** praça-piscina



Fonte: elaborada pela autora (2020)

**Figura 57:** praça- piscina



Fonte: elaborada pela autora (2020)

A requalificação dessa área para a implantação de uma praça com função para reter água em época de grandes intensidades de chuva, e fazer com que um grande volume de água fique retida e seja absorvida lentamente por drenos e levada ao sistema de drenagem existente.

O objetivo do trabalho foi analisar a área e entender porque ela sofre por consequências naturais anualmente, e propor soluções que sejam viáveis para a diminuição do problema, os jardins de chuvas e os pavimentos permeáveis, além da praça-piscina são técnicas que são usadas por muitas cidades no mundo e que serviram para a resolução de tal problema, Portland nos Estados Unidos por exemplo, é um exemplo disso, era considerada uma das cidades mais poluentes do mundo e por iniciativa do governo local a cidade atualmente é referência por ser uma cidade verde e aderir técnicas como essas, portanto o Maiobão estaria apto receber esse tipo de sistema para diminuir os impactos das águas pluviais na área estudada e afetada.

Por fim, as consequências de ações como essas, a utilização de alternativas para o uso de novas tecnologias para a região demanda uma aproximação, um comprometimento entre o poder público, os profissionais envolvidos, sujeitos privados e principalmente a comunidade que é a quem mais agradece por tal feito.

## **7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AECWEB **Pavimentos permeáveis aumentam acúmulo de água no piso.** Disponível em: [aecweb.com.br](http://aecweb.com.br) Acesso em 09/10/2019.

BARROS Mario Thadeu Leme. **Drenagem urbana: bases conceituais e planejamento. Saneamento, Saúde e Ambiente, Fundamentos para um desenvolvimento Sustentável. São Paulo 2005.** Editora Universidade de São Paulo. Editor Arlindo Phippi.

AQUAFLUXUS ENGENHARIA. **Tcc da engenharia civil da poli/ufrj apresenta estudo de sistema de drenagem com uso de pavimentos permeáveis.** Disponível em: [www.aquafluxus.com.br](http://www.aquafluxus.com.br). Acesso em 09/10/2019

BOTELHO Manuel Henrique Campos. **Águas de chuva. Engenharia das águas pluviais nas cidades. São Paulo 2011.** Editora edgard blucher ltda.

CANHOLI Aluísio Pardo. **Drenagem urbana e controle das enchentes. São Paulo, 2014.** Editora Oficina de textos.

CARVALHO Gisele, **O Estado – Crescimento do Maiobão impulsiona incremento econômico. 25/10/2015.** Disponível em: [www.imirante.com/oestado](http://www.imirante.com/oestado). Acesso em 19/03/2020

DEÁK Csaba & SCHIFFER sueli Ramos. **O processo da Urbanização no Brasil. São Paulo 2010.** Editora São Paulo

ECOTELHADO **Portlan, a cidade verde**. Disponível em: [www.ecotelhado.com](http://www.ecotelhado.com). 25 de março de 2014.

EOS CONSULTORES. **Como funciona a drenagem urbana?** Disponível em: [www.eosconsultores.com.br](http://www.eosconsultores.com.br)

EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS **Blog, saneamento básico**. Disponível em: [www.eosconsultores.com.br](http://www.eosconsultores.com.br) 12/08/2019.

FUNASA **Política e plano municipal de saneamento básico**. Brasília, 2014.

GARDEN RAIN **Stormwater management**. Agrilife extension Texas 2012.

G1 MARANHÃO REDE MIRANTE **Crescimento desordenado é principal causa de danos ambientais**. Disponível em: [www.g1.globo.com/ma](http://www.g1.globo.com/ma) 03/10/2013. Acesso em 23/03/2020

IBGE- PAÇO DO LUMIAR **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017**  
Disponível em: [cidades.ibge.gov.br](http://cidades.ibge.gov.br)

IMIRANTE.COM **após fortes chuvas, prefeitura decreta situação de emergência**.  
Disponível em: [www.imirante.com](http://www.imirante.com)

JUNIOR Arlindo Phillippi; MALHEIROS Fabricio Tadeu. **Saneamento, saúde e meio ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Saneamento e saúde pública. Integrando o homem e meio ambiente**. Barueri, 2005. Editora Manoele.

MASCARÓ Juan L, YOSHINAGA Mario. **Infraestrutura urbana. Porto Alegre, 2013**.  
Editora Terra.

MACARÓ Juan L.; YOSHINAGA Mário. **Infra-estrutura urbana. Porto Alegre 2005.**

MINISTÉRIO DAS CIDADES **Guia para elaboração de planos municipais de saneamento básico. Brasília 2011.**

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL **Municípios brasileiros têm até dezembro de 2022 para elaborar Planos de Saneamento Básico.** Disponível em: [www.gov.br](http://www.gov.br) 10/02/2020

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE: **mma difunde boas práticas no manejo de águas pluviais, ago. 2008.** Disponível em: [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)

MIGUEZ Marcelo Gomes; VERÓL Aline Pires; REZENDE Osvaldo Moura. **Drenagem urbana. Do projeto tradicional à sustentabilidade. Rio de Janeiro 2016.** Editora Elsevier Ltda.

MONILARI Deivison Carvalho; VIEIRA Antonio Fabio Guimarães. **Considerações preliminares sobre a capacidade de Infiltração de água no solo no distrito industrial Manaus (AM). Manaus, Amazonas 2004.**

NUGEO **Nucleo Geoambiental.** Disponível em: [www.nugeouema.br](http://www.nugeouema.br)

OLIVEIRA Mayara Silva; VIEIRA Andressa Brito; CARVALHO Mônica Teixeira. **Funções públicas de Interesse comum nas metrópoles brasileiras transporte, saneamento e uso do solo. Saneamento ambiental na Grande São Luís. O que os olhos não veem, a população sente.** Rede IPEA. Brasília 2014.

PANERAI Philippe. **Análise Urbana**. Brasília 1999/2006. Editora Universidade de Brasília.

PLANO DIRETOR DE PAÇO DO LUMIAR **Prefeitura Municipal de Paço do Lumiar – 2007**.

PRIZIBISZKI Cristiane **OECD o crescimento urbano é o problema do século**. Disponível em: [www.oeco.org.br](http://www.oeco.org.br) 29/05/2013

PORTAL DA EDUCAÇÃO **as formas do crescimento urbano**. Disponível em: [www.portaldaeducacao.com.br](http://www.portaldaeducacao.com.br)

RIGHETTO Antonio Marozzi **Manejo de águas pluviais urbanas**. PROSAB -Programa de Saneamento Básico. Rio de Janeiro 2009.

SANTOS Álvaro Rodrigues. **Medidas não estruturais de combate às enchentes urbanas**. Geólogo. 2016

SANTOS Milton. **A urbanização Brasileira**. São Paulo, 2013. Editora São Paulo.

SOLUÇÕES PARA AS CIDADES **Iniciativas inspiradoras**. Disponível em [www.solucoesparaascidades.com.br](http://www.solucoesparaascidades.com.br) Abril de 2013, Fluxus desing ecológico.

SUZUKI Carlos Yukio; AZEVEDO Angela Martins; JÚNIOR Felipe Issa Kabbach. **Drenagem Superficial de Pavimentos conceitos e dimensionamento**. São Paulo 2014. Editora Oficina de textos.

SILVA Paulo Fernando A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos. São Paulo 2005.** Editora Pini Ltda.

SÃO LUÍS. **Prefeitura Municipal. Lei Municipal nº 4516, de 27 de julho de 2005. Dispõe sobre as Política Municipal de Saneamento.** Disponível em:<  
[www.leismunicipais.com.br/a/ma/s/sao-luis/lei-ordinaria/2005/452/4516/lei-ordinaria-n-4516-2005-dispoe-sobre-as-politica-municipal-de-saneamento](http://www.leismunicipais.com.br/a/ma/s/sao-luis/lei-ordinaria/2005/452/4516/lei-ordinaria-n-4516-2005-dispoe-sobre-as-politica-municipal-de-saneamento).

SPORTBUS **Série: conhecendo os bairros – Maiobão e adjacentes**, 30 de janeiro de 2016. Disponível em: [www.sportbus.com.br](http://www.sportbus.com.br)

TODA MATÉRIA **Urbanização Brasileira.** Disponível em: [www.todamateria.com.br](http://www.todamateria.com.br)

TRATA BRASIL **saneamento é saúde. O que é saneamento?** Disponível em:  
[www.tratabrasil.org.br](http://www.tratabrasil.org.br)