

**IMPLANTAÇÃO/REQUALIFICAÇÃO NOS SISTEMAS DE DRENAGEM E  
PAVIMENTAÇÃO: ESTUDO DE CASO NA RUA SENADOR THOMAZ LOBO –  
RECIFE/PE**

**IMPLEMENTATION/REQUALIFICATION IN DRAINAGE AND PAVING  
SYSTEMS: CASE STUDY ON STREET SENADOR THOMAZ LOBO - RECIFE/PE**

Sarah Ferreira Alves<sup>1</sup>  
Martônio José Marques Francelino<sup>2</sup>

**RESUMO**

As ruas são as principais artérias de circulação das pessoas numa cidade. A partir disto, é possível afirmar que as inundações, ou como é popularmente conhecida, as enchentes ou alagamentos, tornam-se um dos principais problemas enfrentados pela população no município do Recife. O processo de urbanização desordenada, caracterizada de certa forma através das construções em locais inapropriados, como morros e encostas, vem deixando, cada dia mais, estas áreas impermeabilizadas, o que dificulta bastante o percurso natural das águas pluviais. Com o objetivo de trazer uma reflexão sobre a importância da drenagem urbana e a pavimentação das ruas, esse Trabalho de Conclusão de Curso, através de um estudo de caso, realizado na rua Senador Thomaz Lobo, no bairro de Areias, município de Recife/PE, apresenta a solução empregada pela Prefeitura do Recife para combater os problemas encontrados na referida região e, de certa forma, contribuir para divulgação das boas práticas recomendadas para execução de drenagem e pavimentação, na busca de um desenvolvimento social sustentável.

**Palavras-chave:** urbanização; drenagem urbana; pavimentação; inundações; alagamentos; águas pluviais.

**ABSTRACT**

The Streets are the important arteries of movement of people in a city. From this, it is possible to analyze that flooding, or as it is popularly known, flooding or flooding, becomes one of the main problems faced by the population in the city of Recife. This disordered urbanization, characterized in a way by the constructions in inappropriate places, such as hills and slopes, is leaving, more and more, these areas waterproofed, which makes the natural course of rainwater very difficult. With the objective of bringing a reflection on the importance of urban drainage and the paving of the streets, this Course Conclusion Text, through a case study, carried out on Senador Thomaz Lobo street, in the neighborhood of Areias, municipality of Recife / PE ,

---

<sup>1</sup> Bacharelanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, 2022.

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, 2022.

presents the solution used by the City Hall of Recife, to combat the problems encountered in that region, and in a way contribute to the dissemination of good practices recommended for the execution of drainage and paving, in the search for sustainable social development.

**Keywords:** urbanization; urban drainage; paving; floods; rainwater.

## INTRODUÇÃO

Devido ao aumento acelerado da urbanização nas cidades, as áreas foram se tornando cada vez mais impermeabilizadas, o que pode causar grandes transtornos caso não seja oferecido um meio das águas da chuva escoar devidamente. De acordo com Goldenfum, Souza e Barraud (2001), com as modificações que foram feitas no solo urbano, o seu uso se torna possível com o planejamento da drenagem urbana que passa a obrigar as novas construções a adotarem medidas alternativas de controle de enchentes urbanas.

A partir disso, é visto a necessidade do conceito da drenagem urbana, que é responsável por fazer o devido gerenciamento das águas da chuva e, assim, procurar evitar os problemas de inundações e enchentes que assolam as grandes cidades e principalmente a região metropolitana do Recife.

Outro ponto de extrema importância que afeta diretamente a vida da população de um local é a pavimentação, uma vez que as vias são o principal meio de circulação das pessoas. Assim, é necessário que as mesmas estejam sempre com a manutenção em dia, em bom estado de conservação, a fim de fazer com que sejam evitados transtornos e danos, como acidentes.

A rua Senador Thomaz Lobo, localizada no bairro de Areias, no município de Recife/PE, apresentava problemas que foram desencadeados devido à expansão urbana. Como não houve o devido planejamento dos locais de habitação, a via caracterizava-se por muitos problemas de infraestrutura urbana, especialmente em relação à drenagem das águas pluviais e a pavimentação.

Assim, o presente trabalho apresentará alguns dos principais conceitos envolvidos numa drenagem urbana e, através desse estudo de caso, associado a implantação/requalificação do sistema de drenagem e pavimentação da rua Senador Thomaz Lobo, trará à tona, os problemas que a população do entorno sofria e, como estes foram solucionados. Ademais, o trabalho irá mostrar a importância da construção desses sistemas para se obter um funcionamento adequado de toda estrutura, contribuindo na melhoria da qualidade de vida da população local.

## METODOLOGIA

A pesquisa consiste num estudo de caso da rua Senador Thomaz Lobo, localizada no bairro de Areias, no município de Recife/PE, subsidiado pelas pesquisas e análises na literatura pertinente ao tema. No levantamento bibliográfico foram utilizadas as bases de dados Google Acadêmico, Periódicos CAPES e SciELO na busca de artigos do período de 1990 a 2022, normas técnicas, dissertações e teses relacionadas ao tema. O foco será dado as premissas associadas as Normas Técnicas Brasileiras - ABNT, para consolidar a narrativa.

Baseado nisso, foi feito um levantamento do quantitativo de artigos acadêmicos que poderiam ser consultados nessas bases de dados a partir das palavras-chave utilizadas para a construção desse trabalho. Esse estudo pode ser consultado na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantitativos de artigos acadêmicos pesquisados no período de 1990 à 2022

Quantitativos de artigos acadêmicos no período de 1990 a 2022						
Bases de dados	Urbanização	Drenagem Urbana	Pavimentação	Inundações	Alagamentos	Águas Pluviais
Google Acadêmico	84.200	17.400	22.100	30.300	16.300	15.700
Periódicos CAPES	8.924	1.729	1.074	2.810	1.128	1.519
SciELO	634	66	76	140	29	46

Fonte: Autora, 2022.

A partir dos resultados encontrados, foi feito um refinamento da pesquisa levando em consideração o local estudado. Desse modo, é possível ver na Tabela 2, a quantidade de estudos encontrados para a área de estudo, que é bastante reduzida quando se limita ao assunto principal.

Tabela 2 - Quantitativos de artigos acadêmicos pesquisados no período de 1990 à 2022

Quantitativos de artigos acadêmicos no período de 1990 a 2022			
Bases de dados	Drenagem Urbana com canaletas de concreto	Drenagem Urbana com tubos PEAD	Inundações e alagamentos em Recife
Google Acadêmico	2.250	1.550	4.820
Periódicos CAPES	11	2	32
SciELO	0	0	0

Fonte: Autora, 2022.

Realizada a seleção a partir dos trabalhos encontrados nos sítios acima, foram selecionados alguns autores como: Carlos Tucci, Marcos Jabôr e Baptista, além de teses relacionadas à drenagem urbana. Ademais as referências acima, para o estudo de caso, acrescentam-se os dados e informações proporcionados pela Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana (Emlurb), associado ao projeto de requalificação da Rua Senador Tomaz Lobo como contribuição ao desenvolvimento do estudo.

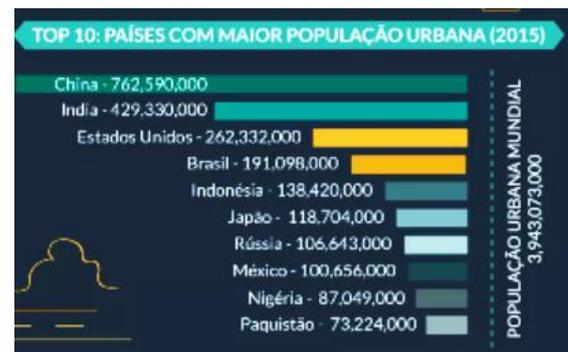
## REFERENCIAL TEÓRICO

### Desenvolvimento urbano

Calegari, Pietro e Menezes (2017) mostra que o Brasil em apenas 50 anos, entre 1960 e 2010, passamos de 70,2

milhões para 191,7 milhões de habitantes, e nossa população urbana passou de 44% para impressionantes 84%. Temos uma das maiores populações urbanas do planeta, ficando apenas atrás da China (1º), da Índia (2º) e dos EUA (3º). Na Figura 1 abaixo podemos analisar estes dados em representação gráfica.

Figura 1 - Gráfico de evolução da urbanização no Brasil e no Mundo



Fonte: Calegari, Pietro e Menezes, 2017.

Para Righetto (2009), todo o processo das cidades é dependente de muitos fatores com diferentes importâncias, e suas ações são por parte do poder público e também da sociedade, que juntos permitem uma constante melhoria da qualidade de vida. Busca-se diminuir as situações negativas e as graves repercussões que podem gerar no espaço urbano.

Os principais componentes da estrutura da gestão da cidade envolvem os seguintes elementos:

- Planejamento e gestão do uso do solo: trata da definição, por meio do Plano Diretor Urbano, de como a cidade é prevista para ser ocupada e suas correções com relação ao cenário do passado e do presente;
- Infraestrutura viária, água, energia, comunicação e transporte: planejamento e gestão desses componentes da infraestrutura que podem ser de atribuição de implantação pública ou privada, mas devem estar regulados pelo município;
- Gestão socioambiental: a gestão do meio ambiente urbano é realizada por entidades municipais, estaduais ou federais de acordo com a estrutura institucional. A gestão envolve a avaliação e aprovação de projetos, monitoramento, fiscalização e pesquisa para que o desenvolvimento

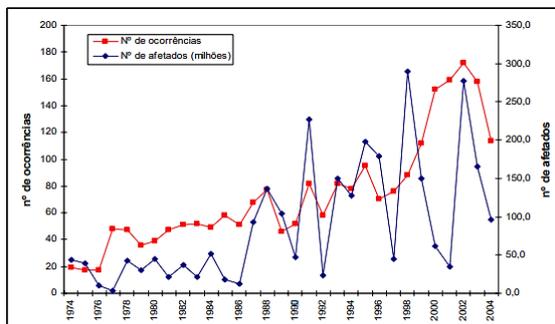
urbano seja socioambiental sustentável. (TUCCI, 2008, p. 97).

Para Bastos (2009), a ocupação acelerada e desordenada dos solos, muitas vezes desrespeitando o sistema de drenagem natural das águas, favorece ao aterramento das margens dos corpos hídricos e à ocupação de áreas de amortecimento de cheias, tornando frequentes os problemas com as enchentes urbanas.

### Enchentes, alagamentos e inundações

Os conceitos de “inundações”, “enchentes” e “alagamentos” são muito utilizados atualmente devido às consequências que vêm trazendo. Segundo Goerl e Kobiyama (2005), nos últimos anos, o número de ocorrências e o número de pessoas afetadas vêm aumentando significativamente (Figura 2). Este aumento está acompanhando a tendência relacionada a todos os tipos de desastres naturais. Este fato pode ser atribuído às alterações antrópicas, principalmente relacionadas como a intensa e desordenada urbanização, ocupação de áreas de risco e desmatamento.

Figura 2- Frequência e número de pessoas afetadas pelas inundações no mundo entre os anos 1974 e 2004



Fonte: EM-DAT, 2004.

Ainda, a partir de dados proporcionados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), através do MUNIC - Pesquisa de

Informações Básicas Municipais - (2013), 40,9% dos municípios brasileiros sofreram, nos últimos cinco anos, pelo menos um desastre natural. Foram 2.276 cidades atingidas por inundações graduais, enxurradas bruscas e/ou deslizamentos de encostas entre 2008 a 2013.

O Ministério das Cidades (2017) infere que esses fenômenos hidro meteorológicos fazem parte da dinâmica natural, porém estão sendo intensificados pelas alterações ambientais e intervenções urbanas de origem antrópica. Esses fatores ocorrem frequentemente desencadeados por chuvas rápidas e fortes, chuvas intensas de longa duração, degelo nas montanhas e outros eventos climáticos tais como furacões e tornados.

Os principais tipos de enchentes em áreas urbanas são:

- Devido a urbanização: são as enchentes produzidas pela impermeabilização do solo e aumento da capacidade de escoamento da drenagem através de condutos e canais;
- Devido a ocupação das áreas ribeirinhas;
- Devido a problemas localizados: produzidos devido a obstruções ao escoamento e projetos inadequados (TUCCI, 2002, p. 08).

A inundação, de acordo com a Defesa Civil do Espírito Santo (CPRM, 2017), é definida como o volume que não se limita à calha principal do rio e extravasa para áreas marginais, habitualmente não ocupadas pelas águas, ou seja, é o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea. Existem três tipos de inundações:

- Inundação fluvial: Quando fortes chuvas causam o transbordamento da água de rios e lagos;
- Inundação marítima: É originada por grandes ondas e ressacas;
- Inundação artificial: É causada por falhas humanas, como rompimento de barragens, acidentes na operação de comportas etc. (BERNS, 2018).

A Figura 3 mostra um tipo de inundação fluvial que aconteceu na cidade

de Olinda/PE, em que o canal do Fragoso transbordou devido à fortes chuvas.

Figura 3 - Inundação em Olinda/PE em 2019



Fonte: Fontes e Góes, 2019.

As inundações podem ocorrer devido a fatores que agem de forma integrada ou isoladas e isso pode ocorrer devido a dois processos:

- a) Inundações de áreas ribeirinhas: são inundações naturais que ocorrem no leito maior dos rios por causa da variabilidade temporal e espacial da precipitação e do escoamento na bacia hidrográfica;
- b) Inundações em razão da urbanização: são as inundações que ocorrem na drenagem urbana por causa do efeito da impermeabilização do solo, canalização do escoamento ou obstruções ao escoamento (TUCCI, 2008, p. 105).

O Ministério das Cidades (BRASIL, 2007) define as enchentes ou cheias como sendo a elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém sem extravasar, como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Canal do Arruda - Zona Norte do município de Recife/PE



Fonte: Se Liga, 2019.

O alagamento, de acordo com Berns (2018) é o acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem, cobrindo pequena parte da planície. A Figura 5 ilustra o acúmulo de águas da chuva que acabou resultando em um alagamento na Região Metropolitana do Recife, no mês de março do ano de 2016.

Figura 5 - Ponto de alagamento na Região Metropolitana do Recife



Fonte: Nigro, 2016.

## Drenagem Urbana

Hernandez e Szigethy (2020) afirmam que as enchentes podem ser controladas a partir de mecanismos que reduzam o excesso de escoamento pluvial e/ou amortecem as ondas de cheias em rios urbanos.

Para Matos (2021) as obras de drenagem urbanas são imprescindíveis para minimizar danos ambientais, econômicos e sociais. A Lei nº 11.445/2007 estabelece diretrizes do plano nacional de saneamento básico no país e define drenagem como:

Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: 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 (BRASIL, 2017).

Ainda de acordo com Matos (2021), a drenagem urbana pode ser dividida de acordo com as suas dimensões, ou seja, microdrenagem e macrodrenagem,

que constituem em sistemas que conduzem a água proveniente do escoamento superficial por meio de valas, coletores prediais, sarjetas, bueiros e galerias de variados tamanhos.

### Microdrenagem

A microdrenagem abrange os conceitos de alguns elementos necessários para conduzir as águas pluviais. Para Tucci (2016), a medida de controle de escoamento na microdrenagem tradicionalmente utilizada consiste em drenar a área desenvolvida através de condutos pluviais até um coletor principal ou riacho urbano.

De acordo com Cardoso Neto (2017), os elementos principais do micro drenagem são os meios fios, as sarjetas, as bocas de lobo, os poços de visita, as galerias, os condutos forçados, as estações de bombeamento e os sargentões.

### Macro drenagem

Segundo Tucci (2012), a macrodrenagem envolve os sistemas coletores de diferentes sistemas de micro drenagem. A macrodrenagem envolve áreas de pelo menos 2 km<sup>2</sup> ou 200 ha. Estes tipos de sistema devem ser projetados para acomodar precipitações superiores as da microdrenagem com riscos de acordo com os prejuízos humanos e materiais potenciais.

De acordo com o Ministério de Saúde (FUNASA, 2006), a macrodrenagem urbana destina-se à condução final das águas captadas pela drenagem primária, dando prosseguimento ao escoamento dos deflúvios oriundos das ruas, sarjetas, valas e galerias, que são elementos de micro drenagem.

## ESTUDO DE CASO

Como objeto de estudo a Rua Senador Thomaz Lobo, localizada no bairro

de Areias da cidade do Recife, que se conecta às ruas 1º Travessa dos Prazeres e a rua Parente Viena. Sua localização é possível ver na Figura 6 abaixo, destacada em vermelho, em que foi utilizado como pontos de referência o Hospital Geral de Areias, destacado em amarelo e o supermercado Big Bom Preço de Areias, ressaltado em verde, todas contida na Sub-Bacia do Rio Tejipió.

Figura 6- Localização da Rua Senador Thomaz Lobo



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2022.

A Rua estudada foi estaqueada da (E-0) à (E-54 + 15,24), totalizando uma extensão de 1.095,24 metros. Encontrava-se anteriormente pavimentada em pequenos trechos e precisando de manutenção. Do total estudado, analisou-se que entre as estacas (E-36) e (E-45) a rua não estava pavimentada, necessitando de implantação. Os demais trechos apresentavam em sua maioria uma camada de aterro, feita pelos próprios moradores, a fim de garantir uma regularização do pavimento, para melhor circulação das pessoas.

Com relação ao sistema de drenagem, a rua comportava apenas o sistema de canaletas a céu aberto que, por sua vez, encontrava-se na maioria dos trechos ineficiente, devido a vários tipos de obstruções locais.

Assim, sem um sistema de drenagem funcional para as águas pluviais e sem uma pavimentação adequada, a rua impactava de forma negativa na qualidade de vida da população que nela reside, bem

como no seu entorno. Com o objetivo de melhorar esses aspectos, a Prefeitura do Recife implantou o projeto de requalificação em toda a extensão da via.

## O PROJETO

Concebido para eliminar os problemas que a população sofria relacionados ao mau funcionamento do sistema de drenagem e da pavimentação, foram realizados alguns estudos importantes a fim de se optar pelas melhores opções para o caso. A partir disso, um levantamento topográfico foi realizado visando o desenvolvimento do projeto geométrico e conseqüentemente a partir dele, elaborou-se as notas de serviços com o mapa de cubação da referida rua, como será apresentado na Tabela 3.

Através do projeto geométrico, foram definidos os principais elementos geométricos (PCV, PTV e PIV), com suas respectivas cotas, para que as operações de terraplenagem, cortes e aterros, fossem realizadas para obtenção do greide de pavimentação e drenagem. Após realização do projeto, observou-se que a Rua Senador Thomaz Lobo tinha a sua declividade longitudinal bem linear, porém com uma geometria em planta baixa, bastante variável. Todavia, foi possível manter a largura da faixa de rolamento com 4,50m constante. Foi realizado também o levantamento de 2.158,00 m<sup>2</sup> de passeios, que foram construídos ou até mesmo reconstruídos, para assim garantir os princípios básicos de acessibilidade e levar o melhor conforto para seus usuários.

Tabela 3 - Nota de Serviço da Rua Senador Thomaz Lobo das estacas (E-0) à (E-6)

NOTAS DE SERVIÇO									
ESTACAS	COTAS		ELEMENTOS DO PROJETO						
	TERRENO NATURAL	BORDO ESQUERDO MEIO FIO L. D'ÁGUA	DIST. AO EIXO	PERFIL m/m	EIXO DE PROJETO	DIST. AO EIXO	BORDO DIREITO L. D'ÁGUA	MEIO FIO	
				0,00565					
0	3.429	Cruz# c/Trav. Dos Prazeres		PCV	3.429	Cruz# c/Trav. Dos Prazeres			
0 + 5,00		3.575 3.395	2,25		3.455	2,25	3.522	3.702	
0 + 10,00		3.592 3.412	2,25		3.472	2,25	3.539	3.719	
0 + 15,00		3.612 3.432	2,25	y=40,00	3.492	2,25	3.560	3.740	
1	3.537	3.624 3.444	2,25	PW	3.504	2,25	3.571	3.751	
1 + 5,00		3.630 3.450	2,25	e=-0,038	3.510	2,25	3.578	3.758	
1 + 10,00		3.632 3.452	2,25		3.512	2,25	3.580	3.760	
1 + 15,00		3.630 3.450	2,25		3.510	2,25	3.577	3.757	
2	3.380	3.622 3.442	2,25	PTV	3.502	2,25	3.570	3.750	
3	3.420	3.582 3.402	2,25	-0,002	3.462	2,25	3.530	3.710	
4	3.452	3.542 3.362	2,25	-0,002	3.422	2,25	3.490	3.670	
5	3.389	3.502 3.322	2,25	PCV	3.382	2,25	3.450	3.630	
5 + 5,00		3.497 3.317	2,25		3.377	2,25	3.445	3.625	
5 + 10,00		3.502 3.322	2,25		3.382	2,25	3.450	3.630	
5 + 15,00		3.517 3.337	2,25	y=40,00	3.397	2,25	3.465	3.645	
6	3.328	3.542 3.362	2,25	PW	3.422	2,25	3.490	3.670	

Fonte: EMLURB, 2020.

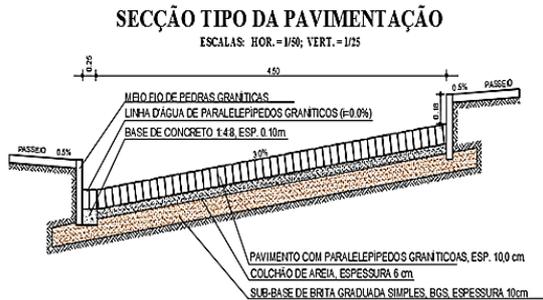
## PAVIMENTAÇÃO

Para a pavimentação da Rua Senador Thomaz Lobo foi escolhido como tipo de revestimento as pedras graníticas (paralelepípedos) com 10 cm de espessura, assentadas num colchão de areia com 6 cm de espessura, sobre uma camada de 10cm de sub-base granular em Brita Graduada Simples – BGS. Na Figura 7 é possível visualizar a seção transversal detalhada da pavimentação escolhida para a rua estudada.

Com o dimensionamento do pavimento foi possível garantir que o mesmo exerça sua função de proteção do subleito e que resista aos esforços provenientes das ações do tráfego dos veículos e do clima de forma segura e econômica.

Em relação às larguras das seções transversais, como já falado anteriormente, a seção transversal projetada possui uma largura de faixa de rolamento constante e medindo 4,50 metros, com inclinação transversal de 3% em apenas um sentido, meio fio de concreto pré-moldado e linha d'água de paralelepípedo granítico com largura de 0,25m assentada sobre uma base em concreto magro, que é um tipo de concreto sem função estrutural, com uma espessura de 10cm, bastante utilizado para regularização ou proteção mecânica das superfícies.

Figura 7 - Seção transversal do tipo da pavimentação da Rua Senador Thomaz Lobo



Fonte: EMLURB, 2020.

## DRENAGEM

A escolha de técnicas de drenagem baseia-se nas análises de suas características físicas e suas implicações sobre as áreas ao redor. Assim, os critérios são fundados com confronto em seus quesitos e implicações pertinentes, que podem ou não limitar ou viabilizar seu uso, possibilitando adoção de técnicas efetivamente viáveis para cada situação. Entre os critérios que condicionam a viabilidade tem-se a avaliação de aspectos físicos, urbanísticos e de infraestrutura, sanitários e ambientais e os aspectos socioeconômicos (BAPTISTA et al, 2005).

Levando isso em consideração e analisando os aspectos físicos e infraestrutura do local, viu-se que o caso se trata de um local com uma declividade longitudinal pouco acentuada, logo, será preciso de um projeto mais detalhado da rede de drenagem.

Para o dimensionamento da rede de drenagem foi preciso levar em consideração os parâmetros ambientais. A partir disso, foram analisados os critérios hidrológicos, em que foi calculado o tempo de concentração, a intensidade da chuva de projeto, o coeficiente de distribuição e o cálculo da vazão.

A coleta de dados de chuvas (leituras pluviométricas e pluviográficas) podem ser obtidos através da Agência Nacional de Águas – ANA.

O tempo de concentração, de acordo com Jabôr (2008), é o intervalo de tempo entre o início da precipitação e o instante em que toda a bacia contribui para a vazão na seção estudada. O Manual de Projeto de Engenharia - DNER (2008), mostra que existem várias fórmulas indicadas para a determinação dos tempos de concentração das bacias hidrográficas. Recomenda-se que o projetista deverá escolher a fórmula do tempo de concentração tendo em vista:

- A mais compatível com a forma da bacia;
- A mais adaptável à região do interesse da rodovia;
- A que contenha o maior número de elementos físicos: declividade de talvegue, natureza do solo, recobrimento vegetal etc.;
- A distinção entre áreas rurais e urbanas (JABÔR, 2011, p. 18).

Ainda, a partir de Jabôr (2008), a intensidade pluviométrica é função do Posto Pluviográfico adotado, do Tempo de Recorrência e do tempo de concentração.

E, por último, foi calculada a vazão de projeto. De acordo com Menezes Filho e Costa (2007), os modelos chuva-vazão mais utilizados mundialmente para se estimar a vazão máxima de projeto é o Método Racional (MR), para áreas contribuintes menores que 2 km<sup>2</sup> ou 200ha (DEP, 2020), o Método Racional Modificado (MRM), para áreas de 1 a 2 Km<sup>2</sup> (IPH, 2001) e o Método do Hidrograma Unitário Sintético Triangular do SCS (HUT-SCS) nos casos de áreas maiores que 2 km<sup>2</sup> (TUCCI, 2005).

Para o estudo, foi utilizado o Hidrograma pelo método racional, que é obtido a partir da equação (1).

$$Q = 0,00278\bar{C}iA \quad (1)$$

A partir dos parâmetros indicados, é possível fazer o dimensionamento da rede de drenagem a fim de optar pelos melhores elementos que atendam às necessidades impostas. Na Tabela 4 é possível ver o dimensionamento levando em considerações os parâmetros explicitados

anteriormente. O mesmo foi realizado para o trecho entre as estacas (E-19) e (E-38), que mostra as três bacias de contribuição. O dimensionamento foi feito à jusante, dividido em 4 trechos, que mostram a mudança do tipo e diâmetro dos condutos. O primeiro trecho foi calculado no P12, atingiu uma vazão de 0,72m³/s, o segundo na mudança do conduto de 750mm para 1200mm, no P08, atingindo 2,78m³/s, o terceiro trecho, da canaleta pré-moldada, atingindo uma vazão de 3,42m³/s, e por último, no canal de transição, que possui uma vazão de 3,10 m³/s (EMLURB, 2020).

Com os dados obtidos das vazões dos trechos, foi possível determinar como seriam as dimensões da galeria a fim de atender às necessidades propostas.

Tabela 4 - Dimensionamento da rede de drenagem a jusante

DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DRENAGEM													
JUSANTE	POÇO Nº	ELEMENTOS DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO					ELEMENTOS DO CONDUTO						
		COTA DE FUNDO	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMUL.	TEMPO DE CONC. (min)	INTENS. DA CHUVA (cm/h)	COEF. DISTR.	VAZÃO (m³/s)	EXTENS. (m)	DECLIV. (m/m)	DIÂMETRO (m)	VELOC. (m/s)	VAZÃO (m³/s)
Rua Sen. Thomaz	P-12	1,914	3,86	3,86	12,14	10,89	0,82	0,72	210	0,0025	0,75	1,64	0,72
Rua Sen. Thomaz Leão	P-08	1,539	15,47	19,33	12,99	10,61	0,64	2,74	125	0,003	1,2	2,45	2,78
Terenço Jurega	Canal	1,137	2,97	22,3	14,76	10,07	0,63	2,94	201	0,002	1,30x1,50	1,89	3,42
Maré	Maré	1,035	1,25	25,35	15,44	9,88	0,62	3,02	312	0,002	3,10x1,50x1,20	1,26	3,1

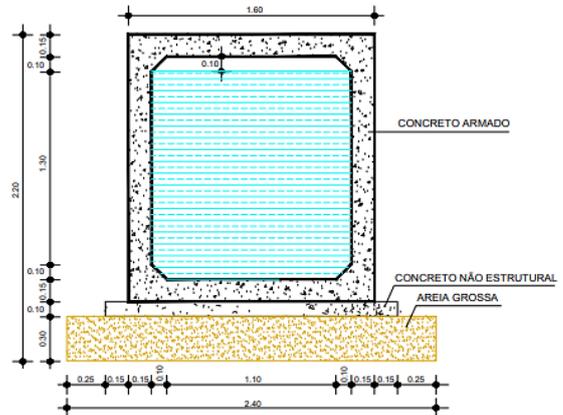
Fonte: EMLURB, 2020.

Como foi visto, anteriormente a forma de drenagem que a rua possuía era do tipo superficial, que destinava as águas para as canaletas a céu aberto até a jusante, o rio Tejipió. A partir das análises, foi visto que seria necessário a construção e projeção de galerias em alguns trechos, para que garantia de um escoamento tecnicamente adequado das águas pluviais. E, para outro trecho, foi mantido a canaleta a céu aberto, porém com a devida reforma.

Visto isso, de acordo com o projeto da Emlurb (2020), no trecho compreendido entre as estacas (E-0) à (E-30) o escoamento se deu de forma superficial até uma canaleta já existente no local, localizada no lado esquerdo da rua. No segundo trecho entre as estacas (E-27) e (E-33) e da estaca (E-0) à (E-4+1,00) foram projetados 201 metros de

canaleta celular de concreto pré-moldado com seção medindo 1,30 x 1,50m (EMLURB, 2020), como visto na Figura 8.

Figura 8 - Canaleta celular de concreto pré-moldado



Fonte: EMLURB, 2020.

Foram projetados também a implantação de 125 metros de tubo PEAD de 1200mm, 210 metros de tubo PEAD de 750mm, 14 metros tubo PEAD de 450 mm e 45 metros de tubo de PEAD de 375mm no restante da via (EMLURB, 2020).

A Figura 9 abaixo mostra a divisão do projeto da rede da drenagem utilizada na rua estudada. É possível observar em azul claro o trecho da canaleta a céu aberto, em vermelho a galeria da canaleta celular de concreto pré-moldado, em amarelo a tubulação PEAD de 1200mm e, as tubulações PEAD de 750mm e 450mm, estão marcadas em verde e laranja, respectivamente.

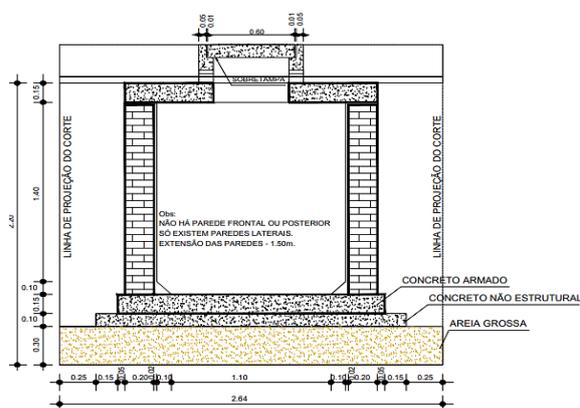
Figura 9- Projeto da rede de drenagem da Rua Senador Thomaz Lobo



Fonte: Adaptado de EMLURB, 2020.

Os elementos auxiliares necessários para captação das águas pluviais e possibilitar a manutenção da rede projetada foram: 18 caixas coletoras tipo com “gaveta”, 09 poços de visita em alvenaria de 1 vez nas dimensões de 1,2x1,2x1,5, 01 poço de visita em alvenaria de 1 vez nas dimensões de 1,8x1,8x2,5, 11 poços de visita em alvenaria de 1 vez com laje de tampa e fundo de concreto armado com fck de 30MPa nas dimensões de 1,30x1,50x1,50, totalizando 21 poços de visita (EMLURB, 2020). A Figura 10 mostra o detalhe do poço de visita para a canaleta circular.

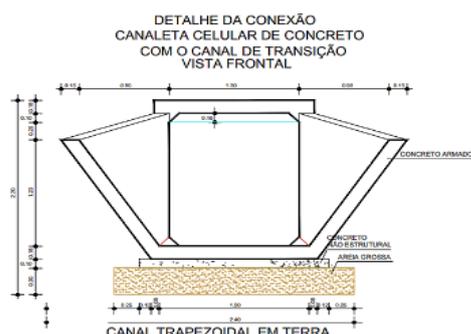
Figura 10 - Poço de visita



Fonte: EMLURB, 2020.

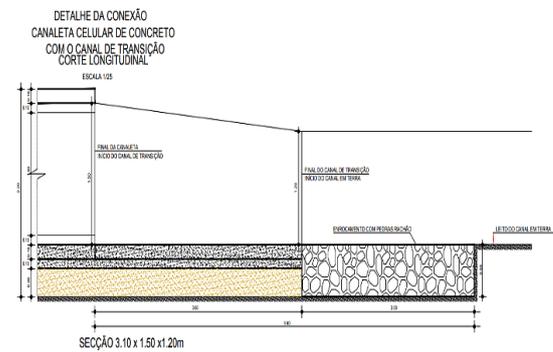
Por fim, foi necessário um canal de transição entre a canaleta celular de concreto e o Rio Tejipió, como mostra o detalhamento das Figuras 11 e 12, para o melhor direcionamento do escoamento das águas.

Figura 11 - Detalhe da conexão da canaleta com o canal de transição



Fonte: EMLURB, 2020.

Figura 12 - Detalhe da conexão da canaleta com o canal de transição



Fonte: EMLURB, 2020.

## EXECUÇÃO

A Prefeitura da cidade do Recife, por meio da Emlurb, visando melhorar as condições de vida para aquela população, elaborou os projetos necessários para que a obra pudesse ser iniciada.

A obra teve seu início no dia 15/09/2020 e foi concluída no dia 10/11/2021, com um prazo de 06 (seis) meses, entretanto, foi finalizada depois do limite e isso se deu devido a algumas intervenções da COMPESA que, durante a execução da obra, algumas tubulações tanto de abastecimento de água quanto de esgotamento sanitário tiveram de ser reparadas e, em alguns casos, implantadas, fazendo com que algumas atividades atrasassem.

### Canaletas pré-moldadas de concreto

Segundo o IBPC (2020) as canaletas pré-moldadas de concreto armado são utilizadas para drenagem pluvial e esgotos sanitários e podem representar qualidade e durabilidade na implantação de uma rede, além da disponibilidade de inúmeras dimensões. Para o caso estudado, foi utilizado uma canaleta nas dimensões de 1,30x1,50m e sua execução foi dada da seguinte forma:

- 1) Primeiramente foi feita a montagem das armaduras, conforme o projeto estrutural (Figura 13). As armaduras

tenham uma bitola de 10mm e espaçamento a cada 15cm e o aço utilizado foi o CA-50A;

Figura 13 - Armação das canaletas



Fonte: Autora, 2020.

Com relação ao cobrimento, foi utilizado 5cm, de acordo com a NBR 6118, que mostra a relação entre a classe de agressividade ambiental, no caso, classe IV, e tipo de estrutura (ABNT, 2004). Essa relação é vista na Tabela 5.

Tabela 5 - Correspondência entre a classe de agressividade e o cobrimento nominal

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV <sup>c</sup>
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje <sup>b</sup>	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo <sup>d</sup>	30		40	50
Concreto protendido <sup>a</sup>	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

Fonte: ABNT, 2004.

- 2) Em seguida, foi feita a montagem das formas e a concretagem. Cada peça tinha dimensões de 1,30 x 1,50m e 1m de altura, como mostra a Figura 14a. Outro ponto importante de ser destacado é sobre os chanfros feitos nos cantos das canaletas, que tinham como função evitar o acúmulo de resíduos que atrapalham o desempenho dessas canaletas;
- 3) As escavações atendiam as cotas do projeto, através das notas de serviços, e receberam uma base de concreto não estrutural

compactados manualmente com o auxílio do compactador tipo sapo. Com esse procedimento concluído, foi realizada a instalação das canaletas, colocadas na vala com o auxílio de uma retroescavadeira, em que foram amarradas e posicionadas no local. Em relação a união das peças, era do tipo de encaixe macho/fêmea e rejuntados com graute;

Figura 14 - Canaleta de concreto. a) Canaletas de concreto de 1,30 x 1,50m e 1m de altura; b) Reaterro das canaletas.

a)



b)



Fonte: Autora, 2020.

- 4) Por fim, o reaterro dessas peças (Figura 14b) se deu com o uso de pó de pedra e aterro de material de 1ª Categoria (predominantemente argilosos).

### **Tubos de polietileno de alta densidade**

Segundo Kanaflex (2016), a confecção de tubos de Polietileno de Alta Densidade ou PEAD para uso na área de drenagem urbana se iniciou na década de

50. Desde então, foram realizados diversos testes, apresentando resultados significativos quanto à sua durabilidade, sendo capazes de resistir a grandes alturas de aterramento quando comparados aos tubos de concreto, utilizados em larga escala nas redes de águas pluviais quanto em redes de esgotos sanitários no Brasil. Além disso, é um produto de fácil manuseio e instalação.

A sua instalação foi feita da seguinte forma:

- 1) Primeiramente, a escavação da vala, seguindo as cotas indicadas no perfil do projeto;

Essas escavações obedeceram além do quadro mostrado na Tabela 6, todas as prescrições da NBR 9061/1985.

- 2) A segunda etapa caracterizou-se pela instalação dos tubos PEADs, como mostrado na Figura 15. Durante a instalação foram respeitadas as cotas necessárias para execução do reaterro e pavimentação;

Tabela 6 - Larguras mínimas da vala recomendadas para maioria das instalações padrão

Diâmetro Nominal (mm)	100	150	200	250	300	375	450	600	750	900	1050	1200	1500
Largura Mínima da Vala (mm)	520	576	632	690	767	856	981	1196	1425	1605	1815	2009	2400

Fonte: Tigre-ADS, 2017.

Em relação aos critérios técnicos que são utilizados para a elaboração dos projetos de redes de águas pluviais, o recobrimento mínimo para tubos de PEAD corrugado são seguidos conforme o quadro abaixo, da Tabela 7, indicados no Manual de Bolso para instalação de Tubulações Corrugadas da Tigre (TIGRE ADS, 2018). Assim, os tubos PEADs descritos em projeto tinham 600mm de diâmetro e, com isso, o recobrimento mínimo, de 0,30m.

Figura 15 - Instalação dos tubos PEAD



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 7 - Recobrimentos mínimos para tubulações PEAD

Diâmetro Nominal (mm)	Recobrimento Mínimo (m)	Diâmetro Nominal (mm)	Recobrimento Mínimo (m)
100	0.3	600	0.3
150	0.3	750	0.3
200	0.3	900	0.3
250	0.3	1000	0.3
300	0.3	1200	0.3
375	0.3	1500	0.6
450	0.3		

Fonte: Tigre-ADS, 2017.

- 3) Por último, foi feito o reaterro e compactação com o pó de pedra. O aterro foi realizado com material de 1ª Categoria e predominantemente argilosos.

### Canaletas a céu aberto

Visando a requalificação, o projeto considerou a opção de fazer a reconstrução da canaleta já existente, assim, a sua construção foi dada da seguinte forma:

1. Demolição da canaleta existente, como mostra a Figura 16;
2. Realizou-se a marcação e elevação da alvenaria de uma vez com 3 ou 4 fiadas de tijolos cerâmicos de dois furos, como é visto na Figura 17;

Figura 16 - Demolição da antiga canaleta



Fonte: Autora, 2020.

Figura 17 - Execução da alvenaria da canaleta



Fonte: Autora, 2020.

3. Por último, o rejuntamento com argamassa de cimento e areia na relação 1:3. Vale salientar que em alguns trechos, fechou-se a canaleta com uma tampa de concreto pré-moldado (Figura 18), para melhorar as condições de acessibilidade da população.

Figura 18 - Canaleta a céu aberto finalizada



Fonte: Autora, 2020.

## Poços de visita

Beduschi (2020), conceitua os poços de visita como sendo dispositivos colocados em pontos convenientes do sistema, para permitir sua manutenção, inspeção e limpeza da galeria. São executados quando existem mudanças na direção dos condutos, nos pontos de confluência de tubulações importantes, ou em trechos longos sem inspeção.

Para sua construção, foram seguidos os seguintes passos:

- 1) Primeiramente escavou-se até a cota descrita no projeto geométrico para preparação do fundo com lastro de brita;
- 2) Acima do lastro de brita foi executada a laje de fundo do poço;
- 3) Após concretada a laje de fundo, levantou-se a alvenaria do poço de visita, como mostra a Figura 19;
- 4) Uma vez concluída a alvenaria do balão do poço, revestiu-se as paredes externa e interna com chapisco e reboco. Nos quatro cantos do poço aplicou-se um reforço com armaduras e graute. Assim, foi possível posicionar a laje de transição pré-moldada;

Figura 19- Execução do poço de visita



Fonte: Autora, 2020.

- 5) Por fim, foi posicionado o módulo de ajuste, que é visto na Figura 20. Após isso, foi

realizado o assentamento com argamassa. Na Figura 21 é possível ver o poço de visita concluído.

Figura 20 - Módulo de ajuste posicionado



Fonte: Autora, 2020.

Figura 21 - Poço de visita concluído



Fonte: Autora, 2020.

### Caixas de passagem

As caixas coletoras, também chamadas de bocas de lobo, são utilizadas para a drenagem pluvial urbana. São conceituadas pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná - DER/PR (2018) como sendo dispositivos destinados à captação das águas pluviais, direcionando-as para o sistema de galerias.

Sua execução, baseada no memorial de Execuções da Emlurb, foi dada da seguinte forma:

- 1) Primeiramente foi feita a escavação e preparação do fundo com lastro de brita;
- 2) Sobre o lastro de brita, foi feita a montagem das fôrmas da laje de fundo do poço e suas armaduras. E,

em seguida, executou-se a concretagem;

- 3) Sobre a laje de fundo, foi assentado os blocos de tijolos maciços do poço, atentando-se para o posicionamento dos tubos de entrada e de saída, até a altura da cinta horizontal;
- 4) E, após esta etapa foi possível receber o revestimento de chapisco e reboco e, foi instalada a estrutura de concreto pré-moldada, que podem ser vistos na Figura 22. Acima dessa estrutura, é colocada uma tampa de concreto, finalizando a construção do elemento.

Figura 22- Estrutura pré-moldada de concreto para composição da caixa de passagem



Fonte: Autora, 2020.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto e a obra realizada na rua Senador Thomaz Lobo tiveram como finalidade requalificar a via para eliminar os problemas de alagamentos e acessibilidade, trazendo melhorias para a população residente no local e suas proximidades.

O estudo de caso permitiu fazer uma comparação visual daquele local, alguns anos atrás antes da realização da obra e com a obra finalizada, onde é possível constatar as melhorias realizadas conforme as Figuras 24 e 25.

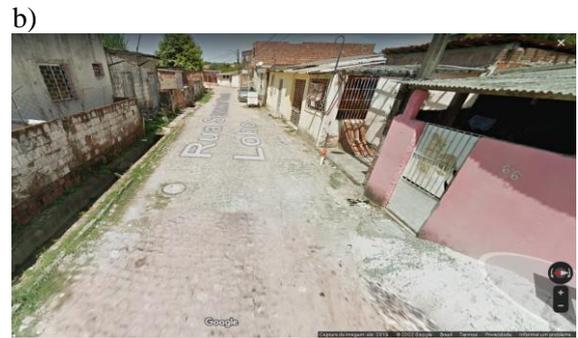
A rua apresentava como sistema de drenagem a canaleta a céu aberto, cujas dimensões mostraram-se insuficiente para atender as vazões encontradas.

Também foi possível verificar que devido às obstruções, construções desordenadas e, de certa forma irregulares, a canaleta a céu aberto se tornou insuficiente para atender as novas vazões demandadas. Ademais, a falta de manutenção fez com que a vegetação crescesse naquelas canaletas, prejudicando a capacidade de escoamento das águas.

De forma análoga, a falta de manutenção na pavimentação existente em pedras graníticas (paralelepípedos), apresentava desgastes, abatimentos, buracos e desníveis, mostrando que seria necessária uma restauração em toda sua extensão. Nos registros feitos em dias posteriores as chuvas, é possível identificar vários pontos de alagamentos. Essas situações são vistas nas Figuras 23a, b e c.

É notório o quanto a falta de um sistema de drenagem e de pavimentação adequados e eficientes causam severos transtornos para uma população, pois além de aumentar de forma significativa os riscos de acidentes, como visto nas imagens apresentadas, onde os transeuntes ficam claramente sem uma acessibilidade adequada, aumentam os riscos de doenças.

Figura 23 - Rua Sen. Thomaz Lobo antes da requalificação. a) Pavimentação da rua em leito natural; b) Pavimento danificado e com abatimentos; c) Pontos de alagamento na rua.



Fonte: Google Earth, 2019.

Tendo isso em vista, a situação encontrada antes da intervenção, é importante salientar que essas águas empoçadas causam danos à saúde humana. Doenças que são transmitidas por insetos vetores como: Dengue, Zika, Chikungunya e Febre amarela são favorecidas devido a esse tipo de situação que era bastante recorrente em dias de chuva.

Assim sendo, para resolução do problema enfrentado pela Prefeitura do Recife, tornou-se imprescindível a reconstrução do sistema de drenagem das águas pluviais e da pavimentação daquele local a fim de garantir uma melhor qualidade de vida para aquela área.

Finalmente, foi constatado que a obra foi executada baseada nas informações contidas no projeto geométrico e de drenagem, em conformidade com as recomendações das normas técnicas e o uso das boas práticas recomendadas pela literatura pertinente a construção desses equipamentos. Assim, mostra-se na prática uma grande contribuição da Engenharia Civil no combate às desigualdades sociais envolvidas.

Figura 24 - Canaleta a céu aberto



Fonte: Autora, 2021.

Figura 25 - Rua Senador Thomaz Lobo requalificada



Fonte: Autora, 2021.

## CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

De forma geral, este estudo apresentou as principais percepções associadas a importância da implantação/requalificação nos sistemas de drenagem urbana e pavimentação, enfrentados por parte da população no município do Recife no combate às inundações.

Foram vistos que os efeitos da urbanização desordenada e o uso e ocupação irregular do solo têm contribuído para que grandes áreas se tornem cada vez mais impermeáveis, impactando diretamente nas condições dos sistemas de drenagem pluvial existentes.

Ressalta-se a importância de minimizar tais impactos e as consequências causadas pelo mau funcionamento desses conjuntos. Ademais, é preciso salientar a baixa qualidade das atuais vias de acesso,

quando não em situações em que a via se encontra sobre o leito natural ou em péssimas condições de uso, fazendo com que muitos habitantes do local, sofram sérias consequências como danos materiais ou até mesmo físicos.

As estatísticas aqui apresentadas, mostram que estes problemas são enfrentados não só na região metropolitana do Recife, como também nas demais capitais do Brasil, expondo que ainda é um obstáculo difícil de ser ultrapassado.

Outro aspecto é a necessidade de que sejam implantados mais programas de controle e combate a possíveis alagamentos e inundações. É notório, que este é um ponto que afeta diretamente a qualidade de vida da população, onde à falta de compreensão, torna-se também refém, face à quantidade de resíduos sólidos que são atirados nas ruas e canaletas, fazendo com que prejudiquem o funcionamento adequado dos sistemas de drenagem urbana existentes, causando entupimento na rede, sem contar a contaminação e qualidade da água.

Ademais importante registrar-se que o crescimento desordenado, as vezes são caracterizados por construções irregulares dentro das calhas dos rios e estarão sujeitas a inundações dificultando qualquer ação pública em seu combate.

Em relação às pavimentações das vias de acesso, é necessário que sejam feitas ações mais eficazes através dos órgãos responsáveis pela realização de manutenções e implantação de novas obras que possam beneficiar a qualidade de vida da população. Registra-se também a possibilidade de utilização de outros tipos de revestimento como a pavimentação intertravada.

Deste modo, é de extrema importância relatar que a obra realizada na Rua Senador Thomaz Lobo beneficiou significativamente a qualidade de vida dos residentes locais, pois passaram a ter um sistema de drenagem e pavimentação eficientes.

E, por fim, registra-se que o acompanhamento dessa obra converge e fortalece a importância do papel do Engenheiro Civil na construção de uma sociedade mais justa. Os parâmetros aqui apresentados, representam-se essenciais para a melhoria da qualidade de vida de qualquer cidadão e ou município, além de trazer o conhecimento necessário para a realizá-las, fortalece a importância da profissão na construção e no desenvolvimento social do nosso país.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5591979/mod\\_resource/content/1/10%20NBR%206118.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5591979/mod_resource/content/1/10%20NBR%206118.pdf). Acesso em: 15 abr. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9061**: Segurança de escavação a céu aberto. Rio de Janeiro: ABNT, 1985. Disponível em: <http://www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/08-02-16-nbr09061-1995-segurancadeescavacaoaceuaberto-pro.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2022.
- AUTARQUIA DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA URBANA DO RECIFE. **Projeto de requalificação da drenagem e pavimentação da rua senador Thomaz Lobo**. Recife: EMLURB, 2020.
- BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana**. Belo Horizonte: ABRH, 2005.
- BASTOS, Patrícia Covre. **Efeitos da urbanização sobre vazões de pico de enchente**. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo, 2009. Disponível em: [http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/10218/1/tese\\_3681\\_Disserta%C3%A7%C3%A3o%20completa.pdf](http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/10218/1/tese_3681_Disserta%C3%A7%C3%A3o%20completa.pdf). Acesso em: 5 abr. 2022.
- BEDUSCHI, Luís. **Manual de drenagem**: Caderno 1. Blumenau: Prefeitura de Blumenau, 2020.
- BERNS, Gioce. **Você sabe a diferença entre enchente, inundação, enxurrada e alagamento?** Florianópolis: Acqualis Engenharia Hídrica, 2008. Disponível em: <https://acqualisengenharia.com.br/voce-sabe-a-diferenca-entre-enchente-inundacao-enxurrada-e-alagamento>. Acesso em: 5 abr. 2022.
- BRASIL. **Lei nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Diretrizes nacionais para o saneamento básico. 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/111445.htm). Acesso em: 5 abr. 2022.
- CALEGARI, Diogo; PRIETO, Immaculada; MENEZES, Murilo. **Planejamento urbano no Brasil**: um breve histórico. Florianópolis: Politizei!, 2017. Disponível em: <https://www.politize.com.br/planejamento-urbano-brasil/>. Acesso em: 20 nov. 2021.
- CARDOSO NETO, Antonio. **Sistemas urbanos de drenagem**. [S.l.: s.n] 2017. Disponível em: [http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=apostila\\_de\\_drenagem\\_urbana\\_do\\_prof\\_cardoso\\_netto.pdf](http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=apostila_de_drenagem_urbana_do_prof_cardoso_netto.pdf). Acesso em: 4 nov. 2021.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Processos hidrológicos**. Vitória: CPRM, 2017. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Capacitacao/Material%20Did%C3%A1tico/CBPRG%20-%202017/Processos%20Hidrol%C3%B3gi>

[cos%20%20-  
%20Inunda%C3%A7%C3%B5es,%20Enc  
hentes,%20Enxurradas%20e%20Alagamen  
tos%20na%20Gera%C3%A7%C3%A3o%  
20de%20%C3%81reas%20de%20Risco.pdf](#)  
f. Acesso em: 20 fev. 2022.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE.  
**Orientações técnicas para apresentação  
de projetos de drenagem e manejo  
ambiental em áreas endêmicas de  
malária.** Brasília: FUNASA, 2006.  
Disponível em:  
[http://www.funasa.gov.br/documents/%20  
20182/37483/02eng\\_drenagem.pdf/a3d590  
cf-34d3-4328-a813-f004e9ad9b00](http://www.funasa.gov.br/documents/%2020182/37483/02eng_drenagem.pdf/a3d590cf-34d3-4328-a813-f004e9ad9b00). Acesso  
em: 20 fev. 2022.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M.  
Considerações sobre as inundações no  
Brasil. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
RECURSOS HÍDRICOS*, 16., 2005, João  
Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: ABRH,  
2005. p. 1-14. Disponível em:  
[https://docplayer.com.br/41555090-  
Consideracoes-sobre-as-inundacoes-no-  
brasil.html](https://docplayer.com.br/41555090-Consideracoes-sobre-as-inundacoes-no-brasil.html). Acesso em: 27 jul. 2022.

HERNANDEZ, L; SZIGETHY, L.  
Controle de enchentes. **Centro de  
Pesquisa em Ciência, Tecnologia e  
Sociedade**. Rio de Janeiro: IPEA, 2020.  
Disponível em:  
[https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-  
conteudo/artigos/artigos/231-controle-de-  
enchentes](https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/231-controle-de-enchentes). Acesso em: 15 maio 2022.

IBPC PREMOLDADOS. **Canaletas pré-  
moldadas de concreto**. Salvador: IBPC,  
2020. Disponível em: [Canaletas pré  
moldadas de concreto - IBPC](#). Acesso em:  
12 maio 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil  
dos municípios brasileiros**. Pesquisa de  
Informações Básicas Municipais. Rio de  
Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em:  
[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/l  
ivros/liv86302.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv86302.pdf). Acesso em: 17 maio  
2022.

INSTITUTO DE PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS. Ministério das  
Cidades. **Mapeamento de riscos em  
encostas e margens de rios**. Brasília: IPT,  
2007. Disponível em:  
[http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/ma  
peamento.pdf](http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/mapeamento.pdf). Acesso em: 8 nov. 2021.

JABÔR, Marcos. **Curso de drenagem e  
rodovias**. 2011. Disponível em:  
[https://www.marcosjabor.com.br/apostila/2  
022.pdf](https://www.marcosjabor.com.br/apostila/2022.pdf). Acesso em: 14 maio 2022.

KANAFLEX. **KNTS Super – tubo  
corrugado de grande diâmetro**. 3. ed.  
São Paulo: KNTS, 2016. Disponível em:  
[http://www.kanaflex.com.br/produtos/pt/K  
NTS\\_SUPER](http://www.kanaflex.com.br/produtos/pt/KNTS_SUPER). Acesso em: 09 maio 2022.

MATOS, Luiz Eduardo. **O que um  
sistema de microdrenagem urbana e a  
importância para o terreno e seus  
arredores**. Florianópolis: EJESAM, 2021.  
Disponível em:  
[https://ejesam.com.br/sistema-de-micro-  
drenagem/](https://ejesam.com.br/sistema-de-micro-drenagem/). Acesso em: 14 abr. 2022.

MENEZES FILHO, Frederico Carlos  
Martins de. Aplicação do Método dos  
Blocos Alternados e da Convolução de  
Hidrogramas para Determinação de  
Escoamento Superficial Direto - ESD. *In:*  
SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS  
DO NORTE E CENTRO-OESTE, 1.,  
2006, Cuiabá. **Anais [...]**. Cuiabá:  
Universidade Federal de Viçosa, 2007. p.  
1-4. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/3  
50577732\\_Aplicacao\\_do\\_Metodo\\_dos\\_Bl  
ocos\\_Alternados\\_e\\_da\\_Convolucao\\_de\\_Hi  
drogramas\\_para\\_Determinacao\\_de\\_Escoa  
mento\\_Superficial\\_Direto\\_-\\_ESD](https://www.researchgate.net/publication/350577732_Aplicacao_do_Metodo_dos_Blocos_Alternados_e_da_Convolucao_de_Hidrogramas_para_Determinacao_de_Escoamento_Superficial_Direto_-_ESD). Acesso  
em: 27 jul. 2022.

QUEIROZ, Renan. **Processos da  
dinâmica superficial**. 2009. Disponível  
em:  
[https://pt.scribd.com/presentation/2722715  
51/Processos-Da-Dinamica-Superficial](https://pt.scribd.com/presentation/272271551/Processos-Da-Dinamica-Superficial).  
Acesso em: 24 jul. 2022.

RIGHETTO, Antônio Marozzi. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 396.

SILVA JUNIOR, M.A.B.; SILVA, S.R.; CABRAL, J.J.S.P. (2017). Compensatory alternatives for flooding control in urban areas with tidal influence in Recife - PE. **Revista brasileira de recursos hídricos**, v. 22, e 19, pp. 1–12.

SOUZA, V. C. B. de; GOLDENFUM, J. A.; BARRAUD, S. An Experimental and Numerical Study of Infiltration Trenches in Urban Runoff Control. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN DRAINAGE, 9., 2012, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Asce Library, 2012. p. 1-9. Disponível em: [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/40644\(2002\)46](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/40644(2002)46). Acesso em: 27 jul. 2022.

TIGRE S/A. **Manual de Bolso para instalação de Tubulações Corrugadas**. São Paulo: Tigre Ads, 2018. 40 p.

TIGRE S/A. **NOTA TÉCNICA 2.02**: Recobrimento mínimo e máximo para Tubos Corrugados de PEAD DrenPro HD/HDI. São Paulo: TIGRE, 2015.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>. Acesso em: 20 abr. 2022.

TUCCI, C. E. M. Controle de enchentes em hidrologia. **Ciência e Aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, ABRH, 2001.

TUCCI, C. E. M. Drenagem urbana. 2020. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 4, São Paulo: oct./dec. 2003. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252003000400020](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020). Acesso em: 1 nov. 2021.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de**

**Recursos Hídricos**. v.7, n.1. jan/mar. 2002, 5-27. Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/GEREN02.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2021.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2012.

TUCCI, C. E. M. **Modelos hidrológicos**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

WRIGHT, A M. Toward a strategic sanitation approach: improving the sustainability of urban sanitation in developing countries. **UNDP – World Bank**. Washington: International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, 1997. Disponível em: [https://www.wsp.org/sites/wsp/files/publications/global\\_ssa.pdf](https://www.wsp.org/sites/wsp/files/publications/global_ssa.pdf). Acesso em: 20 nov. 2021.

## AGRADECIMENTOS

À EMLURB pela disponibilização do projeto e oportunidade de participação desse estudo de caso.

Aos meus professores, pelos ensinamentos de todos esses anos, principalmente ao meu orientador, Prof Martônio Francelino, por toda paciência, suporte e por ter me guiado da melhor forma durante todo o estudo.

Aos meus amigos do UA, que me acolheram e deram suporte quando mais precisei. E ao meu amigo e namorado, Dário, por estar sempre presente, me apoiando e me incentivando.

À minha família, Lúcia, Advaldo e Lucila, por sempre colocarem minha educação em primeiro lugar, por todo o incentivo, amor e ensinamentos durante toda a minha vida. Nada seria possível sem vocês.

E, por último, agradecer mais uma vez ao meu pai, Advaldo, que não está mais aqui presente, mas que foi o responsável por

eu ter escolhido seguir a Engenharia.  
Obrigada por ser minha inspiração de  
Engenheiro e por me apresentar a esse  
curso.