



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

JOÃO BOSCO CORREA RUBIM FILHO

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SOLUÇÕES DE RETENÇÃO DE ÁGUAS
PLUVIAIS EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL EM MANAUS/AM**

MANAUS

2023

JOÃO BOSCO CORREA RUBIM FILHO

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SOLUÇÕES DE RETENÇÃO DE ÁGUAS
PLUVIAIS EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL EM MANAUS/AM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a Obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria de Nazaré Alves da Silva

MANAUS

2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

R896e Rubim Filho, João Bosco Correa
Estudo comparativo entre soluções de retenção de águas pluviais em habitações de interesse social em Manaus/AM / João Bosco Correa Rubim Filho . 2023
110 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Maria de Nazaré Alves da Silva
TCC de Graduação (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Saneamento. 2. Manejo de águas pluviais. 3. Reservatório de retenção. 4. Reservatório vertical em Tubos. 5. Habitações de interesse social. I. Silva, Maria de Nazaré Alves da. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

JOÃO BOSCO CORREA RUBIM FILHO

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SOLUÇÕES DE RETENÇÃO DE ÁGUAS
PLUVIAIS EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL EM MANAUS/AM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a Obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 31 de outubro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Maria de Nazaré Alves da Silva, Presidente.

Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Prof.^a Dr.^a Ellem Cristiane Morais de Sousa Contente, Membro.

Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Prof.^a Dr.^a Rose Caldas de Souza Meira, Membro.

Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Terezinha Pinho e João Bosco Correa Rubim, por seu amor inabalável, apoio constante e sacrifícios incansáveis que fizeram ao longo da minha vida. Sem seus encorajamentos, suas palavras de incentivo e sua crença inabalável em meu potencial, eu não teria sido capaz de completar este ciclo. Obrigado por serem meus pilares e por acreditarem em mim, mesmo quando eu mesmo duvidara. Vocês são minha inspiração e meu porto seguro, e este trabalho é dedicado a vocês com todo o amor e gratidão que eu tenho no coração.

Gostaria de estender minha dedicação a minha querida irmã, Glória Rubim, seu apoio e carinho tornaram esta jornada acadêmica mais significativa e enriquecedora. À minha amada sobrinha, Luna Bárbara, sua inocência e alegria trouxeram um brilho especial aos meus dias. Obrigado por serem parte integrante da minha jornada e por iluminarem o caminho com amor e afeto.

Aos meus amigos e colegas da graduação, em especial à Alice Flávia, Dinah Marques, Gabriela Couto, Janaína Cordeiro, Felipe Lopes e Melyssa Amaral, agradeço por cada riso compartilhado, por cada apoio nas madrugadas de preocupação. Com vocês, a jornada acadêmica não apenas se tornou mais leve, mas também mais rica em significado, meu coração transborda de gratidão.

Da Unidade Gestora de Projetos Especiais, gostaria de expressar minha gratidão do fundo do coração à Viviane Dutra e Leonardo Barbosa por conceder a este bicho-papão aqui o passe livre para zanzar pelos meandros do PROSAMIM e PROSAMIN+.

Aos colegas Andréa Duarte, Petrônio Gato, Glória Albuquerque, Paulo Ovídio, Andreo Menezes e Norgleibe, que generosamente compartilharam seu conhecimento e experiência para me auxiliar na elaboração do meu TCC, que a dedicação e generosidade que demonstraram inspirem futuros profissionais a seguirem o exemplo de excelência que vocês representam. Muito obrigado por fazerem parte do meu percurso profissional, acadêmico e por permitirem a realização deste trabalho.

À minha orientadora, Maria de Nazaré Alves da Silva, que se mostrou um verdadeiro farol de sabedoria para este estudante perdido. Sua orientação firme e gentil, se tornou a constante estrela-guia em minha jornada, sempre radiante e inspiradora, por isso, expresso aqui minha mais profunda gratidão. Muito obrigado por iluminar o caminho do meu aprendizado e pelo apoio incansável ao longo dessa trajetória.

EPÍGRAFE

“Eu sou o que me cerca. Se eu não preservar o que me cerca, eu não me preservo.”

(José Ortega y Gasset)

“Quem escreverá a história do que poderia ter sido o irreparável do meu passado;

Este é o cadáver.

Se a certa altura eu tivesse me voltado para a esquerda, ao invés que para direita;

Se em certo momento eu tivesse dito não, ao invés que sim;

Se em certas conversas eu tivesse dito as frases que só hoje elaboro;

Seria outro hoje, e talvez o universo inteiro seria insensivelmente levado a ser outro também.”

(Fernando Pessoa)

RESUMO

Em Manaus, no contexto da drenagem urbana e proteção ambiental, observa-se um fenômeno peculiar: a escassa aplicação das regulamentações existentes. Embora a legislação para o controle do escoamento pluvial tenha sido estabelecida desde 2007, sua implementação é limitada, especialmente nas áreas destinadas à habitação de interesse social.. Dessa forma, o presente trabalho, foi desenvolvido por meio da pesquisa descritiva-exploratória, para analisar a implantação do Reservatório Vertical em Tubos (RVT) e do Reservatório de Retenção como soluções para retenção de águas pluviais em habitações de interesse social. A pesquisa identificou deficiências com base em critérios selecionados, apontando para a necessidade de aprimoramentos nos projetos, operações e manutenção dos sistemas existentes. O RVT demonstrou uma redução de 26 % no escoamento pluvial, com a possibilidade de viabilizar usos não potáveis mediante modificações no sistema. No entanto, seus custos associados a menores volumes de retenção e a condição socioeconômica moradores podem representar desafios para atingir sua máxima eficiência. Por outro lado, o Reservatório de Retenção destacou-se pela significativa capacidade de atenuação, retendo até 72 % dos volumes gerados por eventos pluviais intensos em Manaus. Este sistema, apesar de exigir uma maior área para sua implantação, ofereceu vantagens notáveis, incluindo um custo mais acessível para expansão de suas capacidades de retenção. Esses resultados indicam que o Reservatório de Retenção pode ser uma solução mais adequada para enfrentar os desafios de retenção de águas pluviais em habitações de interesse social na cidade de Manaus, promovendo, assim, uma gestão mais eficaz da drenagem urbana e resiliência ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento; Manejo de Águas Pluviais; Reservatório de Retenção; Reservatório Vertical em Tubos; Habitações de Interesse Social; PROSAMIN+.

ABSTRACT

In Manaus, in the context of urban drainage and environmental protection, a peculiar phenomenon is observed: the limited enforcement of existing regulations. Although legislation for controlling stormwater runoff has been in place since 2007, its implementation is constrained, particularly in areas designated for social housing. Consequently, this study was conducted through descriptive-exploratory research to analyze the implementation of Vertical Tube Reservoirs (VTR) and Retention Reservoirs as solutions for retaining stormwater in social housing. The research identified deficiencies based on selected criteria, pointing to the need for improvements in the design, operation, and maintenance of existing systems. The VTR demonstrated a 26 % reduction in stormwater runoff, with the potential to enable non-potable uses through system modifications. However, its associated costs, coupled with lower retention volumes and the socio-economic condition of residents, may pose challenges to achieving maximum efficiency. On the other hand, the Retention Reservoir stood out for its significant attenuation capacity, retaining up to 72 % of volumes generated by intense rainfall events in Manaus. Despite requiring a larger area for implementation, this system offered notable advantages, including a more affordable cost for expanding its retention capacities. These results suggest that the Retention Reservoir may be a more suitable solution to address stormwater retention challenges in social housing in the city of Manaus, thereby promoting more effective urban drainage management and environmental resilience.

KEYWORDS: Sanitation; Stormwater Management; Retention Reservoir; Vertical Tube Reservoir; Social Interest Housing; PROSAMIN+.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema do ciclo hidrológico.....	19
Figura 2 - Dinâmica de circulação d'água no território brasileiro.	19
Figura 3 - Expansão urbana irregular e as consequências sobre sistemas de drenagem.	21
Figura 4 - Esquema de ocupação irregular existente na cidade de Manaus.	22
Figura 5 - Volume que deixa de infiltrar fica na superfície, aumentando o escoamento superficial.	24
Figura 6 - Redução da infiltração no solo e aumento do escoamento superficial.	24
Figura 7 - Variação da produção de sedimentos em decorrência do desenvolvimento urbano.	25
Figura 8 - Materiais suspensos transportados pela drenagem pluvial.	25
Figura 9 - Perfil esquemático do processo de enchente e inundação.	27
Figura 10 - Perfil de ocupação em área de risco na margem do Igarapé do Quarenta em Manaus/AM.	28
Figura 11 - Configuração de um sistema tradicional de drenagem urbana.	29
Figura 12 - Relação da configuração tradicional da drenagem com as inundações.	30
Figura 13 - Pavimentos permeáveis.....	33
Figura 14 - Trincheiras de infiltração.	34
Figura 15 - Microreservatórios.	35
Figura 16 - Telhados verdes.....	36
Figura 17 - Instrumentos de planejamento e gestão.	39
Figura 18 - Localização dos empreendimentos dos principais programas sociais.	47
Figura 19 - Localização da cidade de Manaus/AM.	50
Figura 20 - Fotografia panorâmica mostrando as ocupações subnormais ao longo da bacia de contribuição de macrodrenagem.....	51
Figura 21 - Localidade (ocupação subnormal) antes da intervenção do PROSAMIM.	52
Figura 22 - Local após a revitalização urbanística, ambiental e habitacional do PROSAMIM.	52
Figura 23 - Áreas de intervenção dos programas PROSAMIM e PROSAMIN+.	53
Figura 24 - Localização da área de estudo I.	54
Figura 25 - Parque Residencial General Rodrigo Otávio já instalado.....	55
Figura 26 - Localização da área de estudo II.....	56
Figura 27 - Entorno da área de estudo II.	57
Figura 28 - Renderização prevista para área de estudo II.	57

Figura 29 - Canteiro de obras da área de estudo II.	58
Figura 30 - Etapas desenvolvidas no estudo.	59
Figura 31- Distribuição das publicações pesquisadas.	60
Figura 32 - Fachada com o sistema RVT projetado.	64
Figura 33 - Planta de cobertura dos blocos habitacionais simples.	65
Figura 34 - Corte longitudinal do reservatório de retenção em concreto armado.	68
Figura 35 – Precipitação diária máxima mensal de Manaus – 2013 a 2022.	70
Figura 36 - Fachada do edifício onde será implementada o RVT.	72
Figura 37 - Eficiência do RVT em captar os volumes das precipitações máximas.	75
Figura 38 - Sugestão de identificação gráfica para peças e pontos de utilização de água não potável.	77
Figura 39 - Vazões do Sistema de Drenagem da Área de Estudo I.	78
Figura 40 - Hipótese inicial para locação do reservatório de retenção.	81
Figura 41 - Localização do reservatório de retenção.	82
Figura 42 - Efeito da redução do volume de retenção.	83
Figura 43 – Resposta do reservatório implantado às precipitações máximas.	83
Figura 44 – Resposta do reservatório ideal para as precipitações máximas.	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quadro de áreas resumido da área de estudo I.	54
Tabela 2 - Quadro de áreas resumido para a área de estudo II.	58
Tabela 3 - Metodologia para encontrar a vazão de amortecimento.	65
Tabela 4 - Metodologia para determinar a capacidade de armazenamento do sistema RVT....	65
Tabela 5 - Custo de implantação do RVT por fachada.	66
Tabela 6 - Metodologia de cálculo utilizada inicialmente.	67
Tabela 7 - Metodologia para encontrar o volume de amortecimento.	67
Tabela 8 - Dados de pluviosidade (mm) da cidade de Manaus/AM.....	69
Tabela 9 - Cálculo do volume de captação de água pluvial possível.	74
Tabela 10 – Economia na tarifa de conta d’água.	75
Tabela 11 - Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis.	76
Tabela 12 - Custo de implantação por fachada.	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Análise de pavimentos permeáveis: características, vantagens, desvantagens e restrições.....	33
Quadro 2 - Análise de trincheiras de infiltração: características, vantagens, desvantagens e restrições.....	33
Quadro 3 - Análise de microrreservatórios: características, vantagens, desvantagens e restrições.....	34
Quadro 4 - Análise de telhados verdes: características, vantagens, desvantagens e restrições.....	35
Quadro 5 - Princípios básicos para as medidas não-estruturais.....	38
Quadro 6 - Ordem cronológica que documenta as legislações relevantes relacionadas à drenagem urbana.....	39
Quadro 7 - Ações do Estado brasileiro na política habitacional de interesse social.....	43
Quadro 8 - Programas de implementados na cidade de Manaus.....	46
Quadro 9 - Lista de documentos enviados pelos engenheiros projetistas.....	61
Quadro 10 - Questionamentos apresentados pelos moradores.....	73
Quadro 11 - Periodicidade de manutenção indicada pela normativa brasileira.....	77
Quadro 12 - Sistema de captação e reservação de água pluvial em habitação de interesse social: estudo de caso em Cornélio Procópio/PR.....	79
Quadro 13 - Sistema de captação e reservação de água pluvial: estudo de caso em Santa Maria/RS.....	79
Quadro 14 - Sistema de captação e reservação de água pluvial para aplicação em hortas urbanas em Jóia/RS.....	80
Quadro 15 - Impactos dos reservatórios de detenção em conjuntos habitacionais de São Paulo.....	84
Quadro 16 – Quadro resumo das soluções de retenção analisadas.....	89

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1	CICLO HIDROLÓGICO	18
3.2	PROCESSO DE URBANIZAÇÃO	20
3.3	ALTERAÇÃO NO CICLO HIDROLÓGICO EM ÁREAS URBANIZADAS	22
3.4	IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO.....	26
3.4.1	Enchentes Urbanas	26
3.4.2	Inundações Urbanas	26
3.4.3	Ocupações em área de risco de enchente e inundação	27
3.5	DRENAGEM URBANA.....	28
3.5.1	Sistema de Drenagem Tradicional	29
3.6	SISTEMA DE DRENAGEM SUSTENTÁVEIS	31
3.7	MEDIDAS ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS NA DRENAGEM URBANA... 36	
3.7.1	Medidas Estruturais	37
3.7.2	Medidas Não Estruturais	38
3.8	LEGISLAÇÃO E A DRENAGEM URBANA.....	39
3.9	HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL	43
3.9.1	Implantação de soluções de retenção de águas pluviais em conjuntos habitacionais de interesse social	47
4	MATERIAL E MÉTODOS	50
4.1	CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	50
4.1.1	Área de estudo I: Parque Residencial General Rodrigo Otávio	53
4.1.2	Área de estudo II: Parque Residencial Maués	55
4.2	MÉTODO	58
4.2.1	Etapa 01: Estudo sistemático da literatura	59
4.2.2	Etapa 02: Conhecendo as soluções de retenção de escoamento superficial	61

4.2.3	Etapa 03: Comparação entre as duas soluções de retenção de escoamento superficial	62
4.2.3.1	<i>Reservatório Vertical em Tubos</i>	62
4.2.3.2	<i>Reservatório de Retenção</i>	66
4.2.3.3	<i>Dados pluviométricos</i>	69
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	71
5.1	RESERVATÓRIO VERTICAL EM TUBOS.....	71
5.1.1	RVT como instrumento de aproveitamento de águas pluviais	73
5.1.2	RVT como sistema de retardo ao escoamento pluvial	78
5.1.3	Estudos de caso.....	78
5.2	RESERVATÓRIO DE RETENÇÃO	80
6	CONCLUSÃO.....	90
	REFERÊNCIAS	92
	APÊNDICE A – CARTA À UGPE PARA FORNECIMENTO DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS	104
	ANEXO A – REGULARIZAÇÃO E HABITE-SE GAPIS.....	105
	ANEXO B – PROCEDIMENTO PARA APROVAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM... ..	106
	ANEXO C – LEI N° 12.526/2007 LEI DAS PISCININHAS	107
	ANEXO D – COMPOSIÇÃO ORÇAMENTÁRIA RVT.....	109
	ANEXO E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	110

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de retenção de águas pluviais, no Brasil, têm se tornado cada vez mais relevantes devido aos desafios enfrentados pelas cidades no gerenciamento das chuvas. Segundo Tucci (2003) o ciclo hidrológico sofre fortes alterações nas áreas urbanas devido, principalmente, à alteração da superfície e a canalização do escoamento, aumento de poluição devido à contaminação do ar, das superfícies urbanas e do material sólido disposto pela população.

Em ambientes urbanos, o desenvolvimento altera a cobertura vegetal provocando vários efeitos que modificam os componentes do ciclo hidrológico natural. Com a urbanização, a cobertura da bacia é convertida em pavimentos impermeáveis e são introduzidos condutos para escoamento pluvial, ocasionando a redução na infiltração, aumento do escoamento superficial, redução do escoamento subterrâneo e redução da evapotranspiração (Tucci, 2012).

Segundo Botelho (2004), as enchentes, são fenômenos naturais do ciclo hidrológico e têm se transformado num grave problema urbano, pois à medida que o processo de ocupação se estende sobre áreas ambientalmente inadequadas, como as áreas do leito maior dos rios, expõem-se maiores contingentes populacionais a situação de risco permanente. Nas grandes cidades as enchentes são agravadas pelo modelo de urbanização processado, possibilitando o aumento indiscriminado das taxas de impermeabilização do solo (Soares, 2007).

Como medida de atenuação, a drenagem urbana tem sido desenvolvida dentro de premissas estruturais onde os impactos são transferidos de montante para jusante sem nenhum controle de suas fontes. No escoamento esse processo tem provocado aumento da frequência das enchentes e obstrução dos condutos e canais por sedimentos e a degradação da qualidade da água (Tucci;Collishon, 1998).

Segundo Tucci (2003), as medidas de controle podem agir nas vertentes de micro e macrodrenagem: as detenções e retenções. As detenções são reservatórios urbanos mantidos secos com uso do espaço integrado à paisagem urbana, enquanto as retenções são reservatórios com lâmina de água utilizados não somente para controle do pico e volume do escoamento, como também da qualidade da água (Tucci, 2013).

Maebera (2018), expõe que nas cidades brasileiras começam a ser propostas legislações exigindo ou incentivando a captação, retenção e uso de água pluvial, com o objetivo do uso racional da água potável. Aliado a isso, a implantação de sistemas de captação e uso de água pluvial colaboram para minimizar os problemas hídricos, e municípios, como São Paulo,

começam a propor leis para a implantação do sistema de captação, retenção e uso de água pluvial (Ackermann; Samora, 2020).

Seguindo essa premissa, em Manaus-AM, um dos critérios essenciais para a aprovação dos projetos de drenagem é que os projetos devem atender a Lei 1.192/2007 – PRÓ-ÁGUAS - que criou o Programa de Tratamento e Uso Racional das Águas nas Edificações, que prevê infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de água pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Dado ao fato que Manaus apresenta alto potencial hídrico, pois seu perímetro urbano está inserido em meio a 09 bacias hidrográficas (SEMMAS, 2007), que juntas formam uma extensa “malha hídrica” com centenas de igarapés que entrecortam toda a cidade.

Segundo Frota (2017), o rápido crescimento populacional de Manaus-AM não foi acompanhado pelos investimentos em infraestrutura necessária, nem pelo controle do uso e da ocupação do solo. A ausência de políticas de moradia urbana acessíveis, principalmente para as populações de baixa renda, provocou o surgimento de assentamentos informais¹ com moradias precárias e sem titularidade do solo sobre áreas ambientalmente vulneráveis, como as margens dos igarapés.

Isto posto, a cidade de Manaus demandava de programas que buscassem recuperação dessas áreas degradadas localizadas em terrenos marginais, bem como o reassentamento da população que ali residia, trazendo melhorias relacionadas a sua infraestrutura urbana, como a ampliação das redes de esgotamento sanitário, drenagem e abastecimento de água potável.

Diante desses cenários, o Governo do Estado do Amazonas desenvolveu o Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM), que nas suas três etapas, PROSAMIM I, II e III, atuou através do planejamento urbano, inserindo projetos específicos de infraestrutura, buscando ainda alternativas que melhor aproveitassem o espaço urbano para a implantação de habitações de interesse social, priorizando o reassentamento das famílias nos mesmos terrenos que hoje foram ocupados irregularmente, nos aglomerados subnormais² da cidade de Manaus (UGPE, 2023).

Atualmente, uma nova fase do programa encontra-se em desenvolvimento, o Programa Social e Ambiental de Manaus e Interior (PROSAMIN+) que atua nos bairros Armando

¹ São áreas com maior ou menor acesso à urbanidade, com nenhuma, alguma ou total segurança da posse, são usualmente conhecidas como periferia, morro, quebrada, bairros-satélite, gueto, (Balim;Santiago, 2023).

² São formas de ocupação irregular de terrenos de propriedade alheira (públicos ou privados) para fins de habitação em áreas urbanas e, em geral, caracterizados por um padrão urbanístico irregular, carência de serviços públicos essenciais e localização em áreas que apresentam restrições à ocupação (IBGE, 2020).

Mendes, entre as Avenidas Itacolomy e Autaz Mirim, área conhecida como Comunidade da Sharp, na região do Conjunto dos Industriários, a jusante da Avenida Autaz Mirim e no trecho contíguo à Avenida Manaus 2000 e Avenida Buriti.

Segundo Azevedo Pires (2017), as habitações de interesse social desempenham um papel crucial na garantia da qualidade e segurança das moradias para a população de baixa renda que moravam antes em áreas de risco. Em exigência ao Plano Diretor de Manaus (2021), a entrega da obra já com a certidão de Habite-se assegura que a obra atendeu aos padrões mínimos de qualidade e oferecem condições dignas de moradia para a população beneficiada, indica a conformidade com as normas de segurança, e a adequação dos sistemas de infraestrutura básica, como água, esgoto, energia elétrica e drenagem. Com isso, a certidão de habite-se em habitações de interesse social em Manaus desempenha um papel importante na promoção da inclusão social, na melhoria da qualidade de vida e na garantia do direito à moradia adequada para as famílias.

O laudo de execução e o termo de aprovação de projeto de drenagem são documentos fundamentais para a regularização e conclusão de obras, garantindo a conformidade com as normas de drenagem urbana. O laudo de execução e o termo de aprovação de projeto de drenagem são emitidos pela Secretaria Municipal de Infraestrutura de Manaus (SEMINF) e atesta que o projeto de drenagem da obra, está conforme as diretrizes estabelecidas pela legislação municipal, visando prevenir problemas relacionados a enchentes e alagamentos. Tais documentos são essenciais para a regularização das obras e para a obtenção da certidão de Habite-se junto ao município, demonstrando o cumprimento das exigências legais e contribuindo para o desenvolvimento sustentável e ordenado da cidade de Manaus-AM.

Dessa forma, neste trabalho foi realizado um estudo comparativo de duas soluções propostas para retenção de águas pluviais em habitações de interesse social na cidade de Manaus/AM. Para tanto, foram consideradas duas soluções experimentais: Reservatório Vertical em Tubos (RVT) a ser instalado no Parque Residencial General Rodrigo Otávio e o Reservatório de Retenção a ser instalado no Parque Residencial Maués.

2 OBJETIVOS

Geral

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar duas soluções para retenção de águas pluviais aplicadas em habitações de interesse social na cidade de Manaus/AM.

Específicos

- Analisar a implantação de um Reservatório de Retenção de águas pluviais em um conjunto habitacional de interesse social do PROSAMIN+.
- Identificar os impactos do uso de Reservatório Vertical em Tubos como um sistema de reuso de águas pluviais em habitações de interesse social do PROSAMIN+.
- Avaliar a aplicabilidade das duas alternativas propostas de alocação das soluções de retenção em habitações de interesse social.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CICLO HIDROLÓGICO

A água no planeta, pode ser encontrada em três estados físicos (sólido, líquido e gasoso) e em diversos locais (superfície, subsuperfície, atmosfera e biosfera), e constantemente em transição entre esses estados físicos e essas localidades (Fritzen; Binda, 2011). A chuva é a principal responsável pela entrada de água no ciclo hidrológico. Quando precipita, parte dela escoia pelos rios, parte infiltra nos solos e o restante evapora (ANA, 2023).

Em uma definição mais pormenorizada:

O ciclo hidrológico descreve a circulação da água entre o oceano, a atmosfera e os terrenos, dependendo, para isso, da energia solar. Após a precipitação das chuvas, parte da água evapora, parte escoia para os rios, lagos e mares, e outra parte infiltra-se no solo, reabastecendo os aquíferos. O ciclo hidrológico, obviamente, não tem começo nem fim. A água é evaporada dos oceanos e da superfície continental e se torna parte da atmosfera. A umidade atmosférica, então, precipita-se tanto nos oceanos como nos continentes (Soito, 2019).

A interceptação da chuva obtida pela cobertura vegetal tem fundamental participação nos processos hidrológicos, geomorfológicos e pedológicos do sistema vertente. Em decorrência da interceptação há o retardamento do processo de escoamento superficial, diminuição da força cinética das gotas de chuva, protegendo o solo contra o efeito de salpico³. Influencia, ainda, a dinâmica do balanço hídrico, portanto a vegetação exerce importante função dentro do sistema hidrológico, visto que é um elemento regulador e armazenador da precipitação recebida, principalmente por meio da interceptação (Thomaz, 2005).

Ao longo do trajeto, a água é utilizada de diversas maneiras, encontrando o mar ao final, onde evapora e condensa em nuvens que seguirão com o vento, reiniciando o ciclo. A Figura 1 mostra um esquema do ciclo hidrológico.

³ O efeito salpico resulta na ruptura dos agregados de solo quando golpeados pela gota d'água da chuva e o transporte das partículas quebradas a partir do lançamento destas, tanto na direção para baixo como para cima da encosta (Fachin; Pereira; Thomaz, 2019).

Figura 1 - Esquema do ciclo hidrológico.

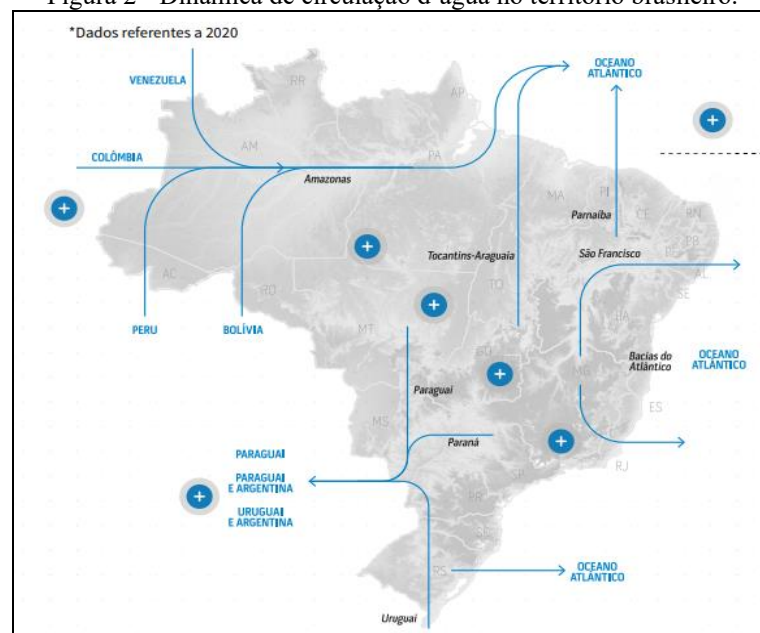


Fonte: ANA, 2023.

Segundo ANA (2023), no ciclo hidrológico no Brasil, as principais fontes de água incluem a precipitação pluvial em todo o território e as vazões provenientes de países vizinhos na bacia Amazônica, uma parcela dessa água é utilizada em diversas atividades econômicas, enquanto outra porção é devolvida ao meio ambiente, e uma terceira parte flui para fora do território em direção ao Oceano Atlântico ou em direção aos países vizinhos na bacia do Prata, por meio dos rios Paraguai, Paraná e Uruguai.

A Figura 2 mostra o fluxo de água, tal fenômeno ocorre em condições naturais, porém o processo de urbanização desordenada acarreta problemas para esse ciclo.

Figura 2 - Dinâmica de circulação d'água no território brasileiro.



Fonte: ANA, 2023.

Segundo Rosa (2017), o ciclo hidrológico natural é composto por diferentes processos físicos, químicos e biológicos; quando o ser humano passa a fazer parte desse sistema e se concentra no espaço, produz alterações que modificam negativamente este ciclo, gerando impactos significativos, várias vezes de forma irreversível, no próprio homem e na natureza, como o processo de urbanização.

3.2 PROCESSO DE URBANIZAÇÃO

Na segunda metade do século XX, com o êxodo rural, muitas pessoas migraram para as cidades a procura de emprego e melhores condições de vida (Molin, 2019). Esse crescente processo de urbanização aconteceu devido a uma grande tendência da população mundial em buscar nas cidades uma melhor qualidade de vida (Moraes, 2011).

O crescimento populacional brasileiro, por exemplo, segundo Moraes (2011), foi impulsionado principalmente pelo desenvolvimento industrial do país a partir da década de 1950, ocorreu dentro do processo de formação das grandes regiões metropolitanas com consequente ocupação desordenada do solo urbano, gerando impactos ambientais até o presente.

Segundo INIC (2021), o Brasil teve seu processo de urbanização intensificado a partir da segunda metade do século XX, com estreita relação com a industrialização e o esvaziamento do rural.

O modo como o processo de expansão urbana foi desencadeado no Brasil ao longo das últimas décadas pode ter resultado no agravamento das condições socioambientais, especialmente de suas metrópoles (Carvalho; De Miranda Rocha, 2020).

O processo da urbanização, em decorrência do crescimento exacerbado da população, é o que mais afeta esses ecossistemas, pois as ocupações irregulares às margens destes realiza o descarte diário de resíduos sólidos e o despejo de efluentes domésticos diretamente nos cursos de água, os quais também podem ser carregados pela precipitação pluvial até este ambiente (Silva, Goveia, 2019), conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Expansão urbana irregular e as consequências sobre sistemas de drenagem.



Fonte: Autor, 2023.

Ao longo da história humana sempre houve relação entre o surgimento das cidades e a presença dos cursos d'água, o que foi determinante para a sedentarização das populações. Desde as primeiras aglomerações, a disponibilidade de água supria o consumo e higiene das comunidades, e constituía em importante insumo para as atividades agrícolas, e de comunicação e comércio, quando da possibilidade de navegação (Moraes, 2011).

Entretanto, segundo Júnior (2019), a realidade de todo esse processo de urbanização é bem diferente do ideal. Geralmente esse processo ocorre a partir de um planejamento inadequado, pois a necessidade das populações em se estabelecerem próximas aos corpos d'água gerou o aumento das áreas urbanizadas a partir das zonas mais baixas, ou seja, nas áreas de várzeas de córregos e rios, gerando um crescimento desordenado, acompanhado da falta da infraestrutura capaz de garantir a mínima qualidade ambiental (Montanari, 2015).

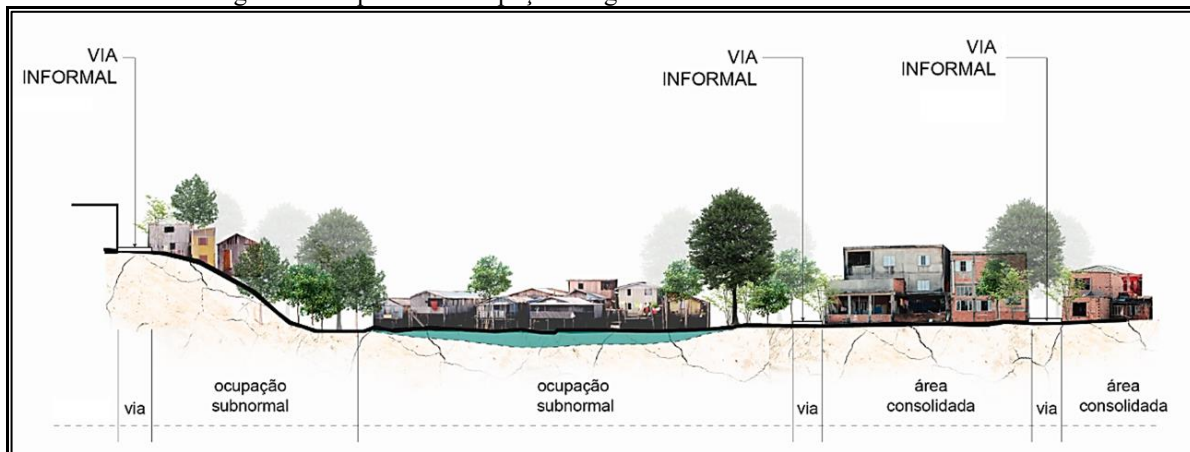
Estes impactos colaboram para deterioração da qualidade de vida da população, através do aumento da frequência e do nível das inundações, redução da qualidade de água e aumento de materiais sólidos nos corpos receptores (Instituto Água e Terra, 2021).

Nos últimos anos, tornou-se comum apontar o déficit habitacional como causa das ocupações irregulares. Sem ter acesso aos programas capazes de lhes prover moradias em locais dotados de boa infraestrutura, e a preços suportáveis, os cidadãos de baixa renda não teriam outra alternativa, a não ser se estabelecerem em áreas impróprias, mas economicamente mais acessíveis, justamente pela situação de ilegalidade (Oliveira, 2022).

Corroborando com o tema, Tucci (2002), resumiu esse fenômeno como uma expansão irregular de periferia com pouca obediência da regulamentação urbana relacionada com o Plano Diretor e normas específicas de loteamentos, além da ocupação irregular de áreas públicas por população de baixa renda, dificulta o ordenamento das ações não estruturais do controle

ambiental urbano. A Figura 4 ilustra a complexa realidade da ocupação urbana em áreas irregulares.

Figura 4 - Esquema de ocupação irregular existente na cidade de Manaus.



Fonte: UGPE, 2023.

A relação entre a urbanização e os corpos hídricos, mostrou-se complexa e crucial para o desenvolvimento urbano. Os usos múltiplos do solo têm efeitos diferentes na qualidade da água e, a magnitude desses efeitos depende da área ocupada, intensidade de manejo, configuração da bacia hidrográfica, padrões de drenagem, características geológicas e geomorfológicas da bacia hidrográfica e variações sazonais (De Mello et al. 2020).

3.3 ALTERAÇÃO NO CICLO HIDROLÓGICO EM ÁREAS URBANIZADAS

A urbanização tem um impacto significativo no ciclo hidrológico das áreas urbanas, alterando o fluxo natural da água e apresentando desafios para a gestão dos recursos hídricos, no que apresenta Schneider (1999), contribuindo com as, resultando em mudanças no macro e microclima da região.

Os principais componentes do ciclo hidrológico que são afetados são a infiltração, escoamento e evaporação. Na área urbana, em função da impermeabilização do terreno, o ciclo hidrológico é afetado na sua parte terrestre, no tocante ao escoamento superficial e infiltração (Sharma; Bharat; Das, 2013).

O processo de infiltração de água no solo é de extrema importância para a recarga dos reservatórios subsuperficiais. As águas subsuperficiais abastecem por períodos de estiagem a flora e os canais abertos, além de constituírem fontes constantes para o abastecimento doméstico e de demandas industriais, urbanas e agrícolas (Schneider, 1999).

Em bacias urbanizadas, ocorre o processo de rápido escoamento superficial em fluxo concentrado e com alta carga de poluentes, por não haver boas condições de permeabilidade no solo (Rodrigues, 2020). Potencializando assim dois fatores que contribuem para as inundações: o aumento do escoamento superficial e o impedimento da infiltração de água no solo (Júnior; Santos, 2013).

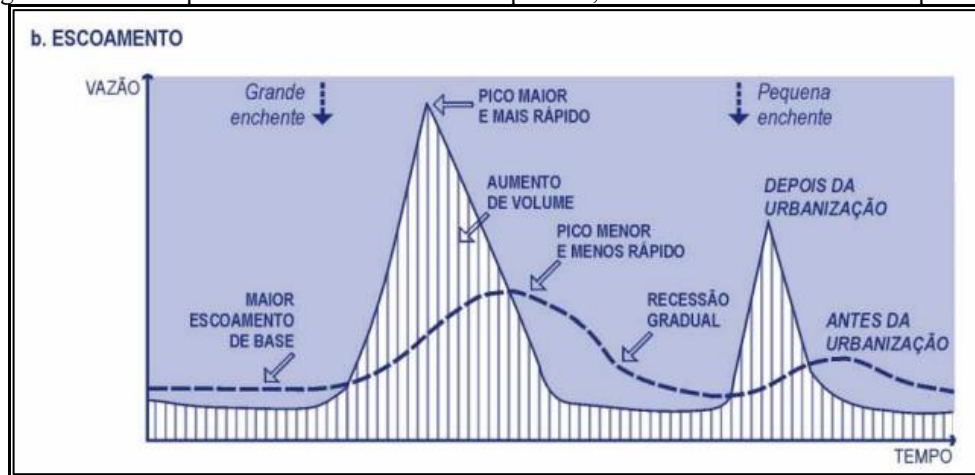
Rodrigues (2020), afirma que o aumento gradativo do volume de escoamento superficial para o mesmo índice de precipitações, torna o sistema de drenagem obsoleto e incapaz de escoar as chuvas para as quais foi projetado. Esse aumento exacerbado do escoamento superficial causam as inundações (Júnior; Santos, 2013).

A superfície do solo, principalmente ruas, sarjetas e telhados, é um dos principais contribuintes de poluentes para o escoamento superficial urbano, conferindo caráter difuso de poluição às águas pluviais urbanas, que, por sua vez, têm sua qualidade relacionada com o tipo de ocupação da bacia (Righetto et al., 2017)

Segundo Tucci (2012), as consequências da falta de sustentabilidade da expansão urbana tem sido a perda de mananciais, a redução da cobertura de água segura para a população, o aumento da frequência de inundações, a deterioração da qualidade da água nos rios e a perda de qualidade de vida da população, que associados aos impactos produzidos pela urbanização podem causar:

- i. **aumento do escoamento superficial, vazão máxima dos hidrogramas, e antecipação dos picos:** O volume que deixa de infiltrar fica na superfície, aumentando o escoamento superficial. Além disso, como foram construídos condutos pluviais para o escoamento superficial, tornando-o mais rápido, ocorre redução do tempo de deslocamento (Curitiba, 2002). Desta forma as vazões máximas também aumentam, antecipando seus picos no tempo, como mostra a Figura 5.

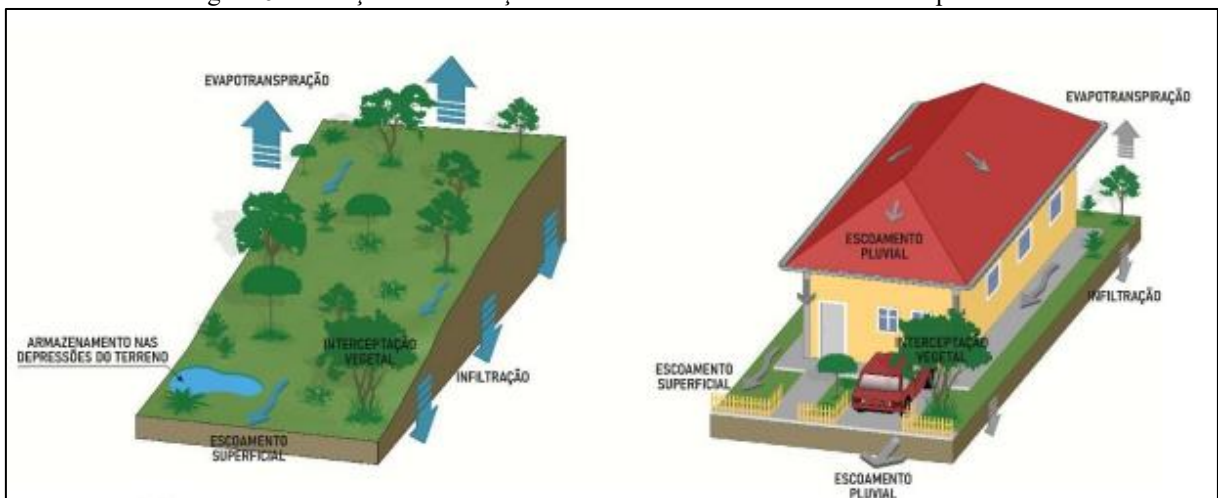
Figura 5 - Volume que deixa de infiltrar fica na superfície, aumentando o escoamento superficial.



Fonte: Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba (2002).

- ii. **redução da evapotranspiração do escoamento subterrâneo e lençol freático:** em áreas urbanas, o solo impermeável impede que a água da chuva seja absorvida, levando ao aumento do escoamento superficial. Em vez de infiltrar gradualmente no solo, a água flui rapidamente pelas ruas e é direcionada para sistemas de drenagem (Curitiba, 2002), como bueiros e galerias pluviais, como pode ser observado na Figura 6.

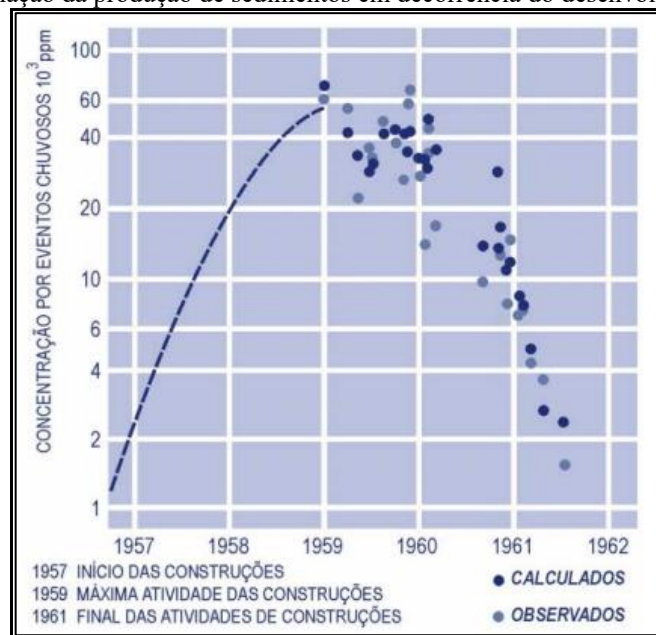
Figura 6 - Redução da infiltração no solo e aumento do escoamento superficial.



Fonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (2022).

- iii. **aumento da produção de material sólido:** em decorrência da retirada da vegetação natural e exposição do solo, e em virtude do crescimento do número de habitantes, a produção de sedimentos e resíduos sólidos provocam sérios problemas aos cursos d'água na macrodrenagem (CCGEC, 2016), conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7 - Variação da produção de sedimentos em decorrência do desenvolvimento urbano.



Fonte: Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba (2002).

- iv. **deterioração da qualidade das águas superficiais, principalmente no início das chuvas pela drenagem de águas que carregam material sólido e lavam as superfícies urbanas:** À medida que a bacia é urbanizada e a densificação consolidada, a produção de sedimentos pode reduzir (Figura 7) mas outro problema aparece, que é a produção de resíduos sólidos (Curitiba, 2002), como apresentado na Figura 8.

Figura 8 - Materiais suspensos transportados pela drenagem pluvial.



Fonte: Autor, 2023.

3.4 IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO

3.4.1 Enchentes Urbanas

As enchentes são eventos anormais devido a condições climáticas extremas⁴ que promovem chuvas de grande duração e intensidade, além do fato de o solo estar saturado, o que reduz drasticamente a infiltração da água e potencializa o escoamento superficial (Livinalli et al., 2022). Ao alcançar um curso d'água, causam o aumento na vazão por certo tempo. Este acréscimo na descarga d'água é designado por cheia ou enchente (Brasil, 2007).

Inicialmente entendidas como naturais e necessárias à agricultura e subsistência das civilizações hidráulicas, as cheias dos rios abençoavam as nações que habitavam seu entorno. No entanto, fatores consequentes da impetuosa urbanização as transformaram na principal responsável por vítimas em meio aos variados desastres ambientais da atualidade (Rosa, 2021).

O avanço da urbanização tem como consequência principal o aumento das áreas impermeáveis. A drenagem da água é realizada através do solo, contudo, o escoamento e retorno da água ao lençol freático são dificultados em áreas urbanas, o que resulta em alterações nos leitos dos rios e dos canais, bem como no aumento no volume e constância das enchentes (Costa et al., 2019).

3.4.2 Inundações Urbanas

Define-se inundação como o processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio) quando a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio (BRASIL, 2007).

As inundações são decorrentes de modificações no uso do solo e podem provocar danos de grandes proporções. As condições hidrológicas que produzem a inundação estão atreladas às características da precipitação, relevo, cobertura vegetal, solo e capacidade de drenagem da bacia hidrográfica (Livinalli et al., 2022).

Diante disto, nota-se que para a ocorrência de inundações há condicionantes naturais, do tipo climático e geomorfológico, preponderantes para observação da frequência, tipologia e dinâmica. E há condicionantes vista disso, a ocupação irregular nestas áreas e as modificações executadas para adaptar-se às condições (geralmente não levando em consideração às condições

⁴ Refere-se a desvios significativos do clima moderado em várias escalas de tempo, com ênfase em eventos extremos a curto e médio prazo, relacionados à meteorologia e ao clima, que impactam as atividades humanas, tais como furacões e tufões, secas prolongadas, inundações repentinas etc. (MARENGO, 2009).

naturais do local) otimizam a frequência destes eventos e com um fator a mais, que são os danos causados às pessoas que lá habitam (Belchior, 2022).

As inundações, conforme Tucci (2008); são classificadas em dois grupos: inundações ribeirinhas e inundações devido à urbanização.

- As inundações ribeirinhas ocorrem quando a população se instala sobre as áreas marginais dos rios, dentro da faixa de ocupação das águas, durante o período das cheias (durante elevados índices pluviométricos ou eventos pluviométricos extremos). Esse tipo de enchente é natural, o grande problema é a ocupação das várzeas.
- As inundações causadas pela urbanização são consequência de diversos problemas, decorrentes do crescimento desordenado das cidades. A urbanização está atrelada à impermeabilização do solo, aumento da produção de lixo, obras sem o devido planejamento (construção de pontes, aterros, drenagem inadequada) e consequente aumento do fluxo superficial.

A Figura 9 apresenta o processo esquemático dos itens comentados: inundação e enchente.

Figura 9 - Perfil esquemático do processo de enchente e inundação.



Fonte: BRASIL, 2007.

3.4.3 Ocupações em área de risco de enchente e inundação

As ocupações em áreas de risco de enchente e inundação são entendidas como os terrenos ocupados por assentamentos habitacionais precários sujeitos ao impacto direto de processos de enchentes e inundações (Brasil, 2007).

Em Manaus, segundo Santos (2022), a partir da década de 1970, com a expansão urbana, as áreas próximas aos canais hidrográficos começaram a ser ocupadas por residências, resultando na criação de uma área central construída sobre palafitas.

Com isso, depreenderam-se os primeiros impactos ambientais — sendo a construção desse tipo de moradias precária e sem infraestrutura sanitária — concomitante a inexistência do planejamento territorial, definiu uma composição espacial com becos e vielas, sem saneamento básico, sem coleta regular de lixo e com energia e abastecimento de água irregular (Santos, 2022).

A Figura 10 apresenta um perfil dessa tipologia de ocupação.

Figura 10 - Perfil de ocupação em área de risco na margem do Igarapé do Quarenta em Manaus/AM.



Fonte: Autor, 2023.

3.5 DRENAGEM URBANA

A Lei nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, em seu art. 3º, conceitua a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas como o 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. Assim, tem-se dois tipos de sistemas: o tradicional/clássico e sustentável.

3.5.1 Sistema de Drenagem Tradicional

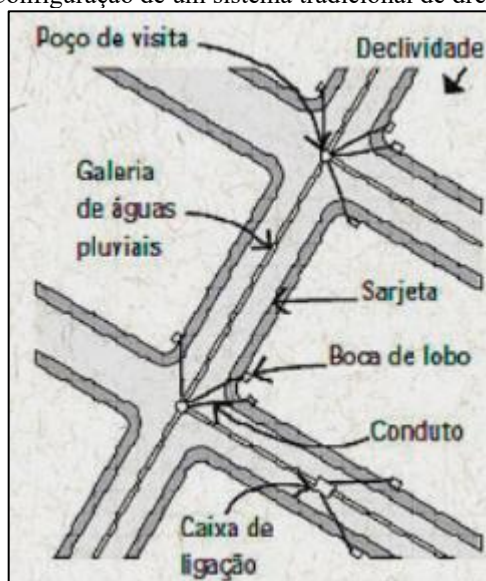
Os sistemas de drenagem urbana tradicionais envolvem a canalização e o direcionamento das águas pluviais para corpos hídricos receptores. Esses sistemas, segundo Vinhaes (2019), eram projetados para lidar com o escoamento imediato das águas, visando minimizar inundações e problemas de drenagem nas áreas urbanas.

Os dispositivos do sistema de drenagem urbana tradicional incluem:

- Pavimentos das ruas e a declividade do terreno;
- Guias e sarjetas;
- Bocas de lobo;
- Canais de drenagem;
- Galerias de drenagem;
- Outras estruturas de canalização e direcionamento das águas pluviais.

A ligação e conexão de todos os dispositivos apresentados conformam a microdrenagem em área urbana (Figura 11).

Figura 11 - Configuração de um sistema tradicional de drenagem urbana.



Fonte: FUNASA, 2018.

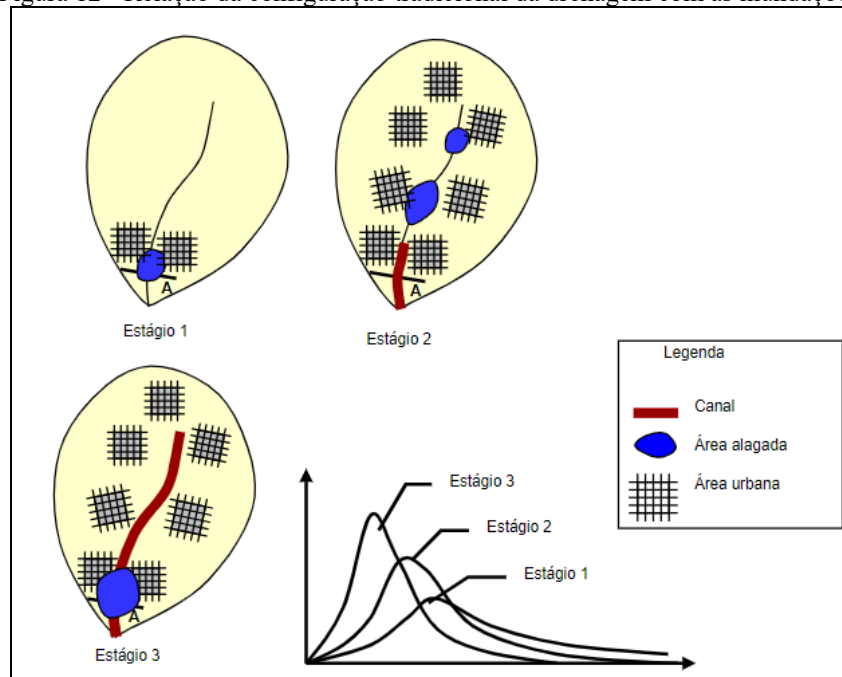
Canalizar – e muitas vezes enterrar - os leitos naturais de rios e córregos urbanos e construir avenidas onde estavam suas margens ou sobre os leitos enterrados, foi uma solução extremamente difundida e replicada, a ponto de parecer ser a única solução possível para essas regiões (De Castro, 2020).

Tal abordagem resulta num descolamento entre o planejamento das cidades e o desenvolvimento (sustentável) dos sistemas de drenagem, pois o problema é apenas de calcular vazões e dimensionar os condutos e galerias para transportá-las (Souza et al., 2013).

Canholi (2014), argumenta que ao longo dos anos, a infraestrutura de drenagem urbana projetada, provocavam o aumento da velocidade dos escoamentos. Pois ao promover o transporte rápido do escoamento em meio a crescente impermeabilização do espaço urbano, essas soluções apenas contribuem para o aumento da ocorrência de inundações a jusante das áreas drenadas.

Segundo Sousa (2016), com a intensificação da urbanização, as vazões drenadas são cada vez maiores, potencializando a ocorrência de sobrecargas do sistema em locais originalmente não projetados para receberem esses acréscimos (Figura 12), onde se observa a vazão de pico do hidrograma ocorrendo em menor tempo, conforme a urbanização se intensifica.

Figura 12 - Relação da configuração tradicional da drenagem com as inundações.



Fonte: Sousa et al, 2013.

No entanto, as metodologias de drenagem foram aprimoradas ao longo dos anos e novas técnicas são adotadas com propósito de amortecer a velocidade do escoamento superficial; aumentar a infiltração; preservar o tempo e vazão de pico, reter e deter o fluxo drenado antes de ser lançado nas galerias (Linard, 2017).

3.6 SISTEMA DE DRENAGEM SUSTENTÁVEIS

Segundo Sousa (2016), os impactos gerados pela instalação de soluções tradicionais para um sistema de drenagem, atualmente, só demonstram a necessidade de desenvolvimento de um programa consistente de drenagem, e é indispensável considerar o problema numa visão generalizada de infraestrutura urbana e ambiental, buscando a integração do sistema de drenagem com demais equipamentos urbanos.

O Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (2021) diz que os instrumentos de planejamento e gestão devem ser orientados pelo Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Previsto pela Lei nº 11.445/2007, atualizado pela Lei nº 14.026/2020, e devem contemplar, de forma integrada, a prestação dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Alinhado a essa premissa, Canholi (2014), diz que essas ações devem ser entendidas como parte de uma abordagem integrada do planejamento urbano, que visa gerenciar o escoamento das águas pluviais de forma eficiente e sustentável e, coordenado com os demais planos, saneamento básico (água e esgoto), uso do solo e transportes.

As abordagens contemporâneas mais utilizadas atualmente no planejamento e gestão da drenagem urbana são:

- **Planejamento Integrado:** busca integrar a gestão da drenagem urbana com outras áreas, como planejamento urbano, gestão de resíduos sólidos e gestão de recursos hídricos. Essa abordagem visa promover uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos naturais nas áreas urbanas (DEP, 2005).
- **Gestão Participativa:** envolve a participação da comunidade no planejamento e gestão da drenagem urbana. Essa abordagem busca promover a conscientização e a responsabilidade da população em relação ao uso e conservação dos recursos hídricos (Mendes; Santos, 2023).
- **Tecnologias Alternativas:** o uso de tecnologias alternativas, como pavimentos permeáveis, telhados verdes e bacias de retenção, é uma abordagem cada vez mais adotada (Vogelsanger, 2023). Essas tecnologias visam promover a infiltração e retenção da água da chuva no solo, reduzindo o escoamento superficial e o risco de enchentes.
- **Drenagem Sustentável:** é uma abordagem que busca priorizar a infiltração, retenção e tratamento da água da chuva, em vez de simplesmente coletá-la e transportá-la para fora

da área urbana (Pluris, 2016). Essa abordagem visa minimizar o impacto da urbanização no ciclo hidrológico e promover a recarga de aquíferos.

Conforme mencionado anteriormente, a urbanização introduz superfícies impermeáveis que não faziam parte da bacia hidrográfica, resultando no aumento do escoamento, que é então transportado por meio de dutos e canais. Esses elementos hidráulicos incorrem em custos diretamente ligados à vazão máxima, agravados pela impermeabilização. Para mitigar esses custos e reduzir os impactos *downstream*, uma estratégia é favorecer maior infiltração da precipitação, buscando criar condições que se assemelham ao estado natural (Instituto Água e Terra, 2021).

Um novo evento característico de uma nova fase de desenvolvimento sustentável surgiu com as técnicas compensatórias que possibilitaram a desenvolvimento conceitual e experimental, são esses alguns exemplos técnicos: trincheiras de infiltração, pavimentos permeáveis, telhados verdes, microrreservatórios (Ribeiro; Tamayosi; Pena, 2021).

Ao longo dos anos, no gerenciamento da drenagem urbana tem-se procurado a redução na frequência e na severidade das inundações a jusante das bacias hidrográficas. Isso, certamente, demandou do meio técnico um esforço no sentido de propor medidas mitigadoras e/ou compensatórias inovadoras, enquanto estas possuem enfoque diferente daquelas propostas no modelo higienista, pois atuam diretamente na qualidade da água e na quantidade de escoamento direcionado à macrodrenagem. Estas medidas são também conhecidas como BMP's (*Best Management Practices*) ou SUDS (*Sustainable Urban Drainage System*) (Pinto, 2011).

Por isso, a implantação de estruturas alternativas ou compensatórias na drenagem urbana, como telhados verdes, pavimentos permeáveis e reservatórios de retenção, pode ajudar a mitigar esses impactos e promover a sustentabilidade urbana e também são tecnologias indicadas para a retenção do escoamento superficial em habitações de interesse social, conforme Azevedo (2019). Nakazone (2005); Marques (2019) e Alves (2021), citam as seguintes tecnologias:

- **Pavimentos permeáveis:** permite a infiltração da água pluvial no solo, reduzindo o escoamento superficial e o risco de enchentes (Nakazone, 2005). O Quadro 1 fornece uma análise do assunto em questão. A Figura 13 mostra um exemplo de pavimento permeável.

Quadro 1 - Análise de pavimentos permeáveis: características, vantagens, desvantagens e restrições.

Características	Vantagens	Desvantagens	Restrições
Superfícies construídas de concreto, asfalto ou concreto vazado com alta capacidade de infiltração.	Permite infiltração da água. O decreto permite reduzir a área impermeável do escoamento que drena para o plano em 80%	Não deve ser utilizado para ruas com tráfego intenso e/ou de carga pesada, pois a sua eficiência pode diminuir.	Profundidade do lençol freático no período chuvoso maior que 1,20 m. A camada impermeável deve estar a mais de 1,20 m de profundidade. A taxa de infiltração do solo quando saturado não deve ser menor que 7,60 mm/h.

Fonte: DEP, 2005.

Figura 13 - Pavimentos permeáveis.



Fonte: Canholi, 2015..

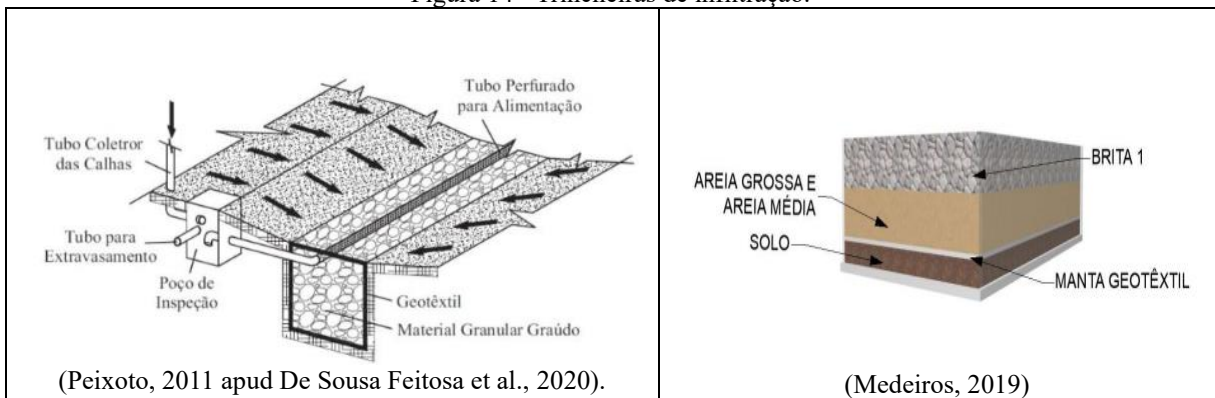
- **Trincheiras de infiltração:** são dispositivos lineares que recolhem o excesso superficial para concentrá-lo e promover sua infiltração no solo natural (Curitiba, 2002). O Quadro 2 retrata uma análise do assunto em questão. Essa técnica consiste em escavar uma vala no solo e preenchê-la com cascalho e filtro por onde passa um conduto poroso ou perfurado (DEP, 2005), conforme apresentado na Figura 14.

Quadro 2 - Análise de trincheiras de infiltração: características, vantagens, desvantagens e restrições.

Características	Vantagens	Desvantagens	Restrições
Volume gerado no interior do solo que permite armazenar a água e infiltrar	Redução do escoamento superficial e amortecimento em função do armazenamento	Pode reduzir a eficiência ao longo do tempo dependendo da quantidade de material sólido que drena para a área.	Locais com movimentos excessivos de terra (aporte significativo de sedimentos não previstos). Afluência indesejada de esgotos carregados com matéria orgânica
(DEP,2005)			(Instituto Água e Terra, 2002)

Fonte: Autor, 2023.

Figura 14 - Trincheiras de infiltração.



Fonte: Autor, 2023.

- **Microrreservatórios:** De acordo com Brito (2006), o armazenamento pode ser por meio de reservatórios que podem ser de tamanho adequado para uso numa residência (1 - 3 m³), conforme Figura 15. O efeito do reservatório urbano é o de reter parte do volume do escoamento superficial, reduzindo o seu pico e distribuindo a vazão no tempo. O Quadro 3 apresenta uma análise do assunto em questão.

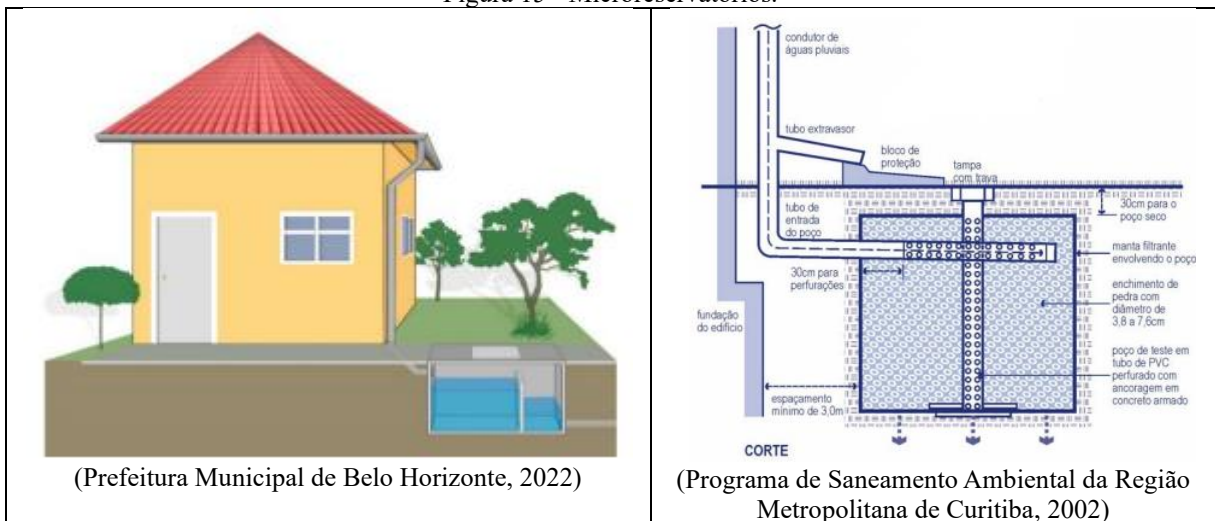
Quadro 3 - Análise de microrreservatórios: características, vantagens, desvantagens e restrições.

Características	Vantagens	Desvantagens	Restrições
Reservatório de pequenas dimensões tipo 'caixa d'água' residencial.	Armazenamento temporário do escoamento pluvial de áreas impermeabilizadas próximas.	Exigência de volumes de reservação mais significativos; Cuidado especial no projeto e na limpeza evitariam acúmulos de água e sujeiras por longo tempo, que poderiam favorecer o desenvolvimento de vetores de doenças tropicais.	Nível do lençol freático; Risco sanitário por falha na operação; Risco sedimentológico por falha de operação. Espaço disponível.

(Instituto Água e Terra, 2002)

Fonte: Autor, 2023.

Figura 15 - Microreservatórios.



Fonte: Autor, 2023.

- **Telhado Verde:** é conhecido por converter a superfície de um telhado convencional em um espaço multifuncional, utilizando, para isso, a vegetação (Tassi et al., 2014). Esse sistema consiste na aplicação de solo e vegetação sobre uma camada impermeável (Savi, 2012). O Quadro 4 apresenta uma análise do assunto em questão. A Figura 16 apresenta a implantação da solução numa cobertura.

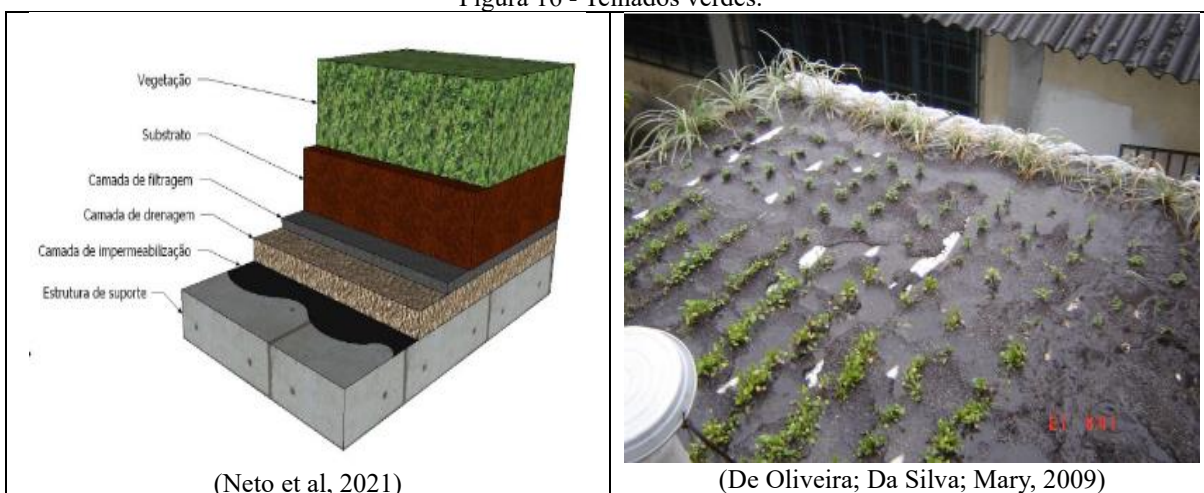
Quadro 4 - Análise de telhados verdes: características, vantagens, desvantagens e restrições.

Características	Vantagens	Desvantagens	Restrições
É um sistema em camadas que compreende uma membrana impermeabilizante, uma camada de solo e a própria camada de vegetação.	Benefícios estéticos às edificações; Diminuição do volume de escoamento superficial; Ocupam espaços que não estão sendo usados nos centros	Demanda manutenção periódica para evitar que o entupimento de condutos de descarga.	Capacidade da edificação suportar peso adicional. Restrição de uma inclinação máxima (2%); Dificuldade de adaptação de telhado já existente; Custo eventualmente alto demais e a necessidade de executores especializados

(Neto et al., 2021)

Fonte: Autor, 2023.

Figura 16 - Telhados verdes.



Fonte: Autor, 2023.

Nesse sentido, pode-se ainda citar abordagens que servem para o planejamento da drenagem urbana propostas por (Tucci, 2012). Dentre elas:

- Inserção do Plano Diretor de Drenagem Urbana: a drenagem faz parte da infraestrutura urbana, portanto deve ser desenvolvido com interfaces com os outros planos da cidade tanto no saneamento quanto no Plano de Diretor Urbano;
- Controle dos impactos: medidas legais para controlar os impactos existentes e futuros na drenagem urbana. Isto implica restrições para as novas construções e reformas, além de incentivos para as existentes;
- Modelos de gestão e financiamento: mecanismo de sustentabilidade financeira para o gerenciamento dos serviços e viabilização do funcionamento do sistema de gestão.

A implementação de modelos de gestão da água eficientes e sustentáveis é imprescindível para minimizar os efeitos negativos que as mudanças climáticas representam para os recursos hídricos. Esses modelos devem reduzir o estresse hídrico causado pelo aumento da temperatura, pelas mudanças nos padrões de precipitação e pela vulnerabilidade das cidades a essas mudanças (Davidovitsch, 2020).

As medidas de correção e/ou prevenção que visam minimizar os danos das inundações são classificadas, de acordo com sua natureza, em medidas estruturais e medidas não estruturais.

3.7 MEDIDAS ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS NA DRENAGEM URBANA

Os princípios da drenagem urbana contemporânea requerem a utilização de estruturas alternativas ou compensatórias para equilibrar os efeitos da urbanização sobre o ciclo

hidrológico, procurando manter as vazões pré-existentes e interceptando-as antes de atingir as redes de drenagem, sendo muitas vezes impostas pelas próprias limitações das soluções convencionais (Nakazone, 2005).

A gestão eficaz das águas pluviais em ambientes urbanos é uma preocupação crescente devido aos desafios impostos pelo desenvolvimento urbano e pelas mudanças climáticas (Mendes; Santos, 2022).

Para enfrentar esses desafios, são adotadas abordagens variadas e complementares que visam minimizar inundações, melhorar a qualidade da água e promover um ambiente urbano mais sustentável. A definição de ações para solução dos problemas causados pela deficiência em drenagem, passa pela análise de medidas definidas pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (FUNASA, 2018).

As medidas de controle de vazão para a drenagem urbana estão classificadas em dois grupos: estruturais e não-estruturais, ou estruturais e estruturantes.

3.7.1 Medidas Estruturais

As medidas estruturais são essencialmente obras de engenharia implementadas para reduzir o risco de enchentes e inundações. Consistem na alteração dos sistemas de drenagem, podendo ser realizadas ao nível de microdrenagem como reservatórios subterrâneos, galerias, trincheiras de infiltração, etc., e no âmbito de macrodrenagem como diques, alargamento e desvios de canais, barragens, dentre outras (Marques, 2019).

São evidentemente necessárias para suprir o déficit de cobertura pelos serviços e a proteção da população quanto aos riscos epidemiológicos, sanitários e patrimoniais. Trata-se da infraestrutura de micro e de macrodrenagem, compostas por galerias, poços de visitas, sarjetas, canais, reservatórios de amortecimento, entre outros (FUNASA, 2018).

Segundo Canholi (2014), existem duas categorias de classificação: extensivas e intensivas. Medidas extensivas englobam a bacia hidrográfica na totalidade, buscando alterar a relação entre precipitação e fluxo, como a modificação da cobertura vegetal do solo. Isso resulta na redução e atraso dos picos de enchentes e na contenção da erosão da bacia.

Por outro lado, medidas intensivas atuam em escalas menores, em cursos d'água e superfícies, podendo ser estruturas como diques, canais de desvio de fluxo e técnicas de retardamento e infiltração, como reservatórios, bacias de amortecimento e dispositivos de infiltração no solo (Instituto Água e Terra, 2021). Enquanto as medidas de controle estruturais do escoamento podem ser divididas em:

- Distribuída ou na fonte;
- Microdrenagem e;
- Macrodrenagem.

3.7.2 Medidas Não Estruturais

As medidas não estruturais, por outro lado, envolvem abordagens mais flexíveis e voltadas para a gestão do uso da terra e das atividades humanas, conforme Figura 17. Conforme o Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba (Curitiba, 2002), as medidas abrangem os mecanismos de estipulação dos princípios básicos (filosofia), de estabelecimento de como estes princípios devem ser respeitados (legislação, normas e manuais técnicos) e de preparação da sociedade para que eles sejam implantados e obedecidos na atualidade e no futuro.

Trata-se de uma abordagem ambientalista, que se baseia numa correta gestão dos impactos do meio urbano sobre o meio ambiente hidrológico; portanto, essas ações visam minimizar a impermeabilização do solo, melhorar a infiltração da água pluvial e aumentar a conscientização sobre a conservação dos recursos hídricos (Curitiba, 2002).

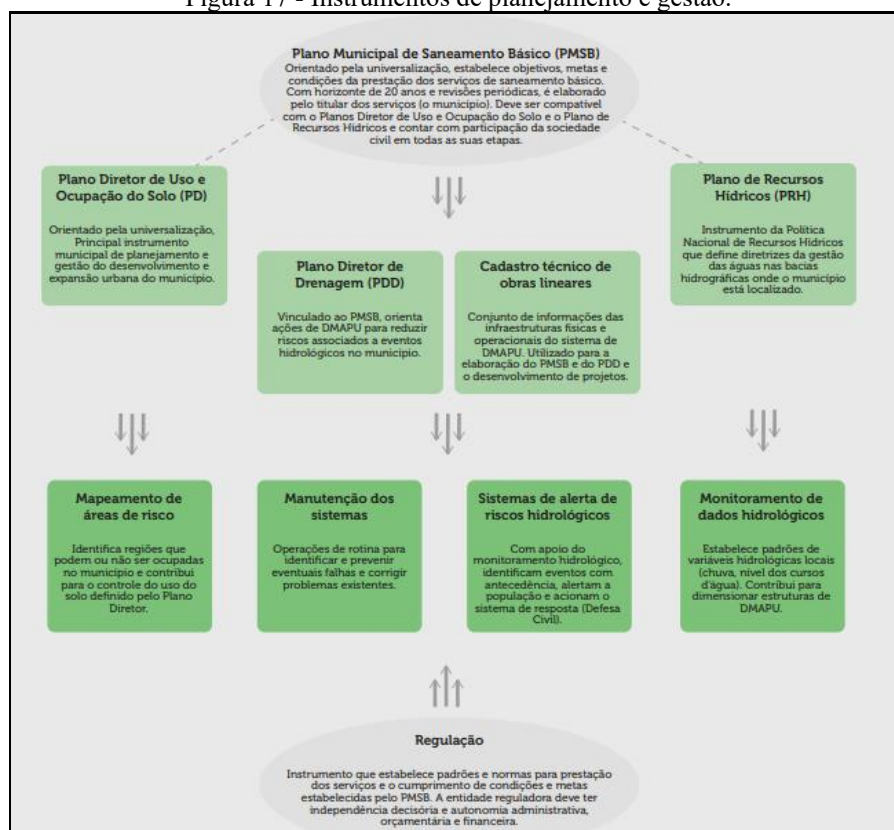
No Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba (2002), foram estabelecidos os princípios básicos, como o de não aumento da cheia natural pela drenagem de um novo empreendimento imobiliário e a chamada à responsabilidade para este fato pelo empreendedor, têm diversos mecanismos para seu registro, e assim ser dado ao conhecimento da sociedade, conforme o Quadro 5. A Figura 17 mostra o fluxo dos instrumentos de gestão estabelecidos no SNIS.

Quadro 5 - Princípios básicos para as medidas não-estruturais.

Legislação	Normas e procedimentos técnicos
<ul style="list-style-type: none"> - Leis municipais alusivas ao parcelamento, uso e ocupação do solo; - Plano Diretor Urbano e Plano Diretor de Drenagem Urbana; - Outros códigos associados. 	<p>Destinados aos agentes técnicos, públicos ou privados (por exemplo, um Manual de Drenagem), para que a concepção da drenagem siga os princípios básicos.</p>

Fonte: Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba, 2002, adaptado pelo autor.

Figura 17 - Instrumentos de planejamento e gestão.



Fonte: SNIS, 2021.

3.8 LEGISLAÇÃO E A DRENAGEM URBANA

A legislação introduz o mecanismo legal de controle e incentivos para a sustentabilidade da drenagem urbana da cidade existente e planejada para o futuro (Tucci, 2012). No Brasil, segundo Pereira et al. (2019), não se dispõe de uma legislação federal exclusiva para a drenagem urbana, porém existem leis que abordam o assunto e dão aos estados e municípios o poder de autogoverno quando se trata dessa temática. O Quadro 6 a seguir, está organizado em ordem cronológica que detalha as legislações relevantes, e seus pontos relacionados à drenagem.

Quadro 6 - Ordem cronológica que documenta as legislações relevantes relacionadas à drenagem urbana.

Esfera	Legislação	Assunto	Pontos principais relacionados à drenagem urbana
Federal	Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979.	Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano no Brasil.	<ul style="list-style-type: none"> - Regulamenta a criação de loteamentos e desmembramentos de terrenos urbanos, determinando regras para infraestrutura básica, aprovação pelos órgãos competentes, e a participação do Poder Público na organização do espaço urbano. - Busca garantir um desenvolvimento urbano ordenado, com condições adequadas de saneamento, acessibilidade e urbanização, visando

Esfera	Legislação	Assunto	Pontos principais relacionados à drenagem urbana
			a qualidade de vida dos cidadãos e o bem-estar das áreas urbanas.
Federal	Lei nº 6.938, de 31 agosto de 1981.	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelece diretrizes e princípios para a proteção, preservação e uso sustentável do meio ambiente no Brasil. - Promove a participação da sociedade na defesa do meio ambiente e define sanções para quem viola suas disposições, visando assegurar a qualidade de vida presente e futura.
Federal	Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.	Estabelece os princípios fundamentais do país, incluindo aspectos relacionados ao meio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Trata das competências no âmbito federal brasileiro relacionadas aos recursos hídricos e ao meio ambiente. - A União é responsável por legislar sobre recursos hídricos e criar um sistema nacional de gerenciamento. Todos os níveis de governo estão envolvidos na gestão de recursos naturais e na prevenção da poluição. - Estados, União e Distrito Federal compartilham responsabilidades na proteção ambiental, enquanto os Municípios têm autoridade para legislar sobre questões locais, incluindo o uso do solo. - Há uma ênfase na necessidade de alinhar as políticas locais de saneamento básico e conservação do solo com as políticas federais.
Federal	Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997.	Estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.	<ul style="list-style-type: none"> - Enfatiza a necessidade de integração entre a gestão de recursos hídricos e a drenagem urbana, destacando que os planos devem abordar controle de cheias e inundações, o enquadramento dos corpos d'água deve considerar a drenagem urbana, os sistemas de informações devem incluir dados sobre drenagem, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos e Comitês de Bacia têm autoridade para tratar da drenagem urbana, e essa atividade pode ser sujeita à cobrança pelo uso dos recursos hídricos.
Federal	Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.	Estabelece diretrizes gerais da política urbana e critérios para o desenvolvimento das cidades.	<ul style="list-style-type: none"> - Trata de diversos aspectos do planejamento urbano, ordenamento territorial e gestão das cidades, incluindo a regulamentação do uso da propriedade urbana, a criação de instrumentos de política urbana, a participação popular na gestão urbana, a preservação do meio ambiente, e o desenvolvimento sustentável das cidades. - Busca promover um desenvolvimento urbano mais equitativo, sustentável e socialmente justo, visando a melhoria da qualidade de vida nas áreas urbanas do Brasil.
Federal	Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. ⁵	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, regulamentando os serviços públicos de abastecimento de água,	<ul style="list-style-type: none"> - Regulamenta os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana. - Define as responsabilidades dos municípios, estados e União na prestação desses serviços, estabelece as diretrizes para a universalização do

⁵ Após a promulgação da Lei nº 14.026/2020, que estabeleceu o novo marco legal do saneamento básico no Brasil, a Lei nº 11.445/2007, conhecida como Lei de Saneamento Básico, continua válida e vigente. No entanto, a Lei nº 14.026/2020 introduziu importantes alterações no setor de saneamento, buscando fomentar a universalização dos serviços e a participação do setor privado, além de estabelecer prazos e metas para a melhoria da infraestrutura de saneamento no país.

Esfera	Legislação	Assunto	Pontos principais relacionados à drenagem urbana
		esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana.	acesso aos serviços de saneamento, promove a participação da comunidade na gestão dos serviços, e aborda questões de saneamento ambiental e sustentabilidade. - Orienta a política de saneamento básico no Brasil para garantir condições adequadas de saúde pública e qualidade de vida para a população.
Federal	Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos	- Estabelece diretrizes para a gestão sustentável dos resíduos no Brasil. - Promove a redução, reutilização e reciclagem de resíduos, proíbe lixões a céu aberto, incentiva a coleta seletiva, e define regras para a destinação adequada dos resíduos. - Impõe responsabilidades aos fabricantes na gestão de produtos pós-consumo e visa mitigar impactos ambientais e na saúde pública.
Federal	Lei nº 14.026, de 15 de julho 2020.	Estabelece o novo Marco Legal do Saneamento Básico, com regras para a prestação de serviços de saneamento, a regulação do setor e a ampliação do acesso aos serviços de água e esgoto.	- Promove a universalização do saneamento básico, o que inclui a gestão adequada das águas pluviais e drenagem urbana. - Estimula a implantação de soluções sustentáveis para o manejo de águas pluviais, como sistemas de drenagem urbana sustentável (SUDS). - Promove a universalização dos serviços de água e esgoto, incentivando a participação do setor privado na prestação desses serviços e estabelecendo regras para contratos de concessão. - Define o papel das agências reguladoras estaduais e federais na supervisão do setor e busca melhorar a eficiência e a qualidade dos serviços de saneamento no país.
Estadual	Lei nº 1.532, de 06 de julho de 1982.	Estabelece a Política Estadual da Prevenção e Controle da Poluição, Melhoria e Recuperação do Meio Ambiente e de Proteção aos Recursos Naturais, no estado do Amazonas	- Racionalização do processo de desenvolvimento econômico e social, com foco na melhoria da qualidade do meio ambiente e do bem-estar da população. - Promove a criação de áreas de preservação ambiental, como parques, reservas biológicas e estações ecológicas, para proteger e restaurar áreas de reconhecido interesse ecológico, científico, econômico, social e histórico-cultural.
Estadual	Constituição do Estado do Amazonas de 1989.	Estabelece os princípios fundamentais do Estado do Amazonas, incluindo aspectos relacionados ao meio ambiente.	- Aborda a competência do Estado para registrar, acompanhar e fiscalizar concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais, reconhecendo o interesse comum no aproveitamento desses recursos. - Além disso, enfatiza o controle do uso dos recursos hídricos por meio da gestão de bacias hidrográficas e a necessidade de compatibilidade das políticas municipais com os planos de recursos hídricos das bacias. - Também estabelece a criação de políticas estaduais de saneamento básico e os planos plurianuais correspondentes.
Estadual	Lei nº 3.167, de 27 de agosto de 2007.	Estabelece a Política Estadual e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas	- Destaca várias diretrizes relacionadas à gestão responsável da água como um recurso público e limitado, incluindo a promoção do uso racional e integrado, estímulo à captação de águas pluviais, proteção de corpos d'água, prevenção contra eventos hidrológicos críticos, controle da poluição,

Esfera	Legislação	Assunto	Pontos principais relacionados à drenagem urbana
			regulamentação do uso da água, e integração dos sistemas de drenagem urbana com outras áreas para garantir a sustentabilidade e eficiência do recurso hídrico.
Estadual	Lei nº 243, de 27 de março de 2015.	Institui no Estado do Amazonas, a Política Estadual de Coleta, Tratamento e Reciclagem de Óleo e Gordura de Origem Animal ou Vegetal de Uso Culinário	<ul style="list-style-type: none"> - Adoção de medidas estratégicas de controle técnico de proibição de lançamento ou de poluentes nas águas, ar ou solo. - Busca minimizar os gastos públicos no que diz respeito à manutenção técnica das estações de tratamento das redes de esgoto e drenagem pluvial. - Evitar o lançamento de resíduos de óleo e gordura de origem vegetal ou animal de uso culinário em rede coletora de esgoto e de drenagem pluvial.
Municipal	Lei Complementar Municipal n.º 002, de 16 de janeiro de 2014.	Dispõe sobre regras de desenvolvimento urbano e de uso e ocupação do solo, parcelamento, na sede municipal, nos distritos e nas áreas urbanas especiais, no município de Manaus-AM	<ul style="list-style-type: none"> - Trata de várias regulamentações relacionadas ao uso do solo urbano e à gestão das águas pluviais, com foco na prevenção de inundações e na preservação ambiental. - As principais medidas incluem o macrozoneamento para delimitar áreas urbanas e de preservação, o zoneamento que controla os usos do solo, a definição de corredores urbanos que afetam o escoamento das águas pluviais, a proteção dos cursos d'água, o código de obras que considera a drenagem, a lei de parcelamento do solo, critérios para ocupação do território, programas de melhoria da circulação urbana, áreas verdes, taxa de permeabilização mínima, sistemas de escoamento e requisitos para parcelamentos em áreas de interesse social. - Essas medidas visam garantir um desenvolvimento urbano mais sustentável e apropriado para lidar com as águas pluviais.
Municipal	Lei nº 1.192, de 31 de dezembro de 2007.	Cria, no município de Manaus, o Programa de Tratamento e Uso Racional das Águas nas edificações – PRO-ÁGUAS.	<ul style="list-style-type: none"> - Outorga a possibilidade de captar águas pluviais em edificações, as quais, após um tratamento apropriado, podem ser empregadas em atividades não demandantes de água potável. - Estabelece que em novos empreendimentos ou ampliações com mais de 500 m² de área impermeabilizada, a instauração de reservatórios que retardem o escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem. - Consolida a obrigatoriedade de atender às normativas sanitárias vigentes e às condições técnicas específicas estipuladas pelo órgão municipal incumbido da vigilância sanitária, sempre que a captação de águas pluviais for destinada a fins não potáveis.

Fonte: Autor, 2023.

Esse panorama legislativo demonstra que a legislação brasileira aborda a drenagem urbana como parte do planejamento urbano, saneamento básico e da política ambiental federal, porém atribui aos estados e municípios a responsabilidade de regulamentar e implementar medidas relacionadas à drenagem em suas respectivas jurisdições.

3.9 HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

O Brasil tem um déficit habitacional de quase 8 milhões de moradias, a habitação de interesse social pode contribuir para a redução do déficit habitacional no Brasil, garantindo o direito à moradia e melhorando a qualidade de vida das pessoas de baixa renda (Eloy et al., 2021).

A Habitação de Interesse Social (HIS) é uma iniciativa do governo federal que buscou, ao longo dos anos, viabilizar o acesso à terra urbanizada e à habitação digna e sustentável para a população de baixa renda (Cordeiro; Bittar, 2012). O Quadro 7 apresenta as ações do Estado brasileiro para HIS ao longo dos anos.

Quadro 7 - Ações do Estado brasileiro na política habitacional de interesse social.

Ano/Período	Ações do Estado brasileiro na política habitacional de interesse social
1937 a 1945	No Estado Novo, no governo de Getúlio Vargas, foram construídas vilas operárias e favelas, os cortiços foram desocupados em nome da salubridade, principalmente, em Salvador e no Rio de Janeiro, buscando dar uma estética metropolitana às cidades.
1946	No governo de Eurico Gaspar Dutra, foi criada a Fundação Casa Popular, a primeira ação governamental voltada à habitação social no Brasil, destinada principalmente ao financiamento da construção das habitações e que previa estudos e publicação de catálogos com informações sobre barateamento de imóveis a fim de criar padrões de construção acessíveis.
1964	Em 1964, com o regime militar, criou-se o Banco Nacional de Habitação (BNH), milhares de moradias foram construídas com arquitetura padronizada e desqualificada, criando uma diferenciação entre as habitações orientadas por profissionais e as com padrão definido, deu grande impulso à produção habitacional, mas esse modelo apresentou sintomas de esgotamento na década de 80.
1988	Com a aprovação da Constituição de 1988 novos direitos consolidaram-se, o principal marco foi a inclusão, a partir de emenda popular, do capítulo sobre política urbana. O texto constitucional estabeleceu princípios de política urbana no âmbito dos municípios, tornando, por exemplo, obrigatório os planos diretores para os municípios com mais de 20.000 habitantes.
1990 e 1999	Para o estado de Porto Alegre na Lei Orgânica do município de 1990, já havia a incorporação da responsabilidade municipal pelo serviço. Diz o artigo 233, inciso IV, que "a execução de programas habitacionais será de responsabilidade do município que, entre outras atribuições, instituirá programa de assistência técnica gratuita no projeto e construção de moradias para famílias de baixa renda". E foi a primeira lei no Brasil a incluir a assistência técnica em habitação como direito, em 1999.

Ano/Período	Ações do Estado brasileiro na política habitacional de interesse social
2001	O Estatuto da Cidade, regulamentou a seção de política urbana da Constituição, colocando os planos diretores como instrumentos centrais para ordenamento urbano, e estabeleceu instrumentos de atuação do poder público.
2001	A criação do Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social (PSH) e o estabelecimento do regime de afetação (MP 2.212/01, regulamentada somente em 2004, Lei 10.931).
2004	A Resolução nº 460, de 14 de dezembro de 2004, cuja vigência teve início em maio de 2005, estabelecendo novas diretrizes para aplicação dos recursos do FGTS, destacando-se a nova distribuição entre as áreas orçamentárias que garante a alocação de 60% para Habitação Popular, 30% para Saneamento Básico, 5% para Infraestrutura Urbana e 5% para Habitação/Operações Especiais, e instituindo, ainda, novo modelo de concessão dos descontos dirigidos (subsídios) a financiamentos a pessoas físicas com renda familiar mensal bruta de até R\$ 1.500,00.
2005	O Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), aprovado pela Lei nº 11.124/2005, tem por objetivo mobilizar recursos e capacidade técnica dos três níveis de governo para enfrentar um problema de longa data: o acesso dos mais pobres à habitação.
2005	No contexto de aplicação da lei nº 11.124/2005, foi elaborado o Plano Nacional de Habitação (PlanHab), instrumento para a implementação da Política Nacional de Habitação. Para a elaboração do Plano, foram organizados pela Secretaria Nacional de Habitação debates regionais e setoriais, envolvendo representantes do Conselho das Cidades e do Conselho Gestor do Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social.
2009	O Programa Minha Casa, Minha Vida, lançado o governo pretende atender famílias de até 10 salários-mínimos de renda; e o Programa adota um escalonamento de subsídios, em que as famílias com renda de até 3 salários-mínimos têm subsídio próximo a 100%.
2021	O Programa Casa Verde e Amarela (PCVA), foi instaurado em substituição ao programa minha casa minha vida. O PVCA, inspirado no PMCMV, tem por finalidade promover o direito à moradia a famílias residentes em áreas urbanas com renda mensal de até R\$ 7.000,00 (sete mil reais) e a famílias residentes em áreas rurais com renda anual de até R\$ 84.000,00 (oitenta e quatro mil reais) associado ao desenvolvimento econômico, à geração de trabalho e de renda e à elevação dos padrões de habilidade e de qualidade de vida da população urbana e rural (Brasil, 2021).

Fonte: Cordeiro e Bittar (2012), adaptado pelo autor.

As informações apresentadas no Quadro 7 mostram o Estado como o legítimo controlador da função social das propriedades urbanas, empregando sua autoridade para regular

e seu poder de gasto para induzir a criação de capacidades administrativas no plano local (Cordeiro; Bittar, 2012).

Desde então, a produção espacial de habitações de interesse social baseou-se na atuação de programas da Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo (COHAB) e da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU), até a chegada do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) em 2009 (Almeida, 2020).

O histórico da produção habitacional apresenta diversos problemas relacionados à qualidade ambiental, resultado da repetição de projetos e espaços de pouca qualidade, baseado em um modelo definido por questões financeiras e no preço fundiário (Vieira, 2019).

Para que uma habitação seja considerada sustentável, ela deve apresentar características como durabilidade, salubridade, segurança, conforto, acessibilidade e adaptabilidade. Além disso, o conceito de sustentabilidade pode ser atribuído a uma habitação quando esta consome pouco água e energia, emite menos gases de efeito estufa durante sua construção e uso, e está intimamente integrada à cidade e suas infraestruturas (Eloy et al., 2021).

Diversas políticas nacionais instituídas pelo Estado brasileiro, como as mostradas na Quadro 7, consideram a sustentabilidade como diretriz de planejamento e de ações a serem implementadas. O principal desafio, no entanto, reside na necessidade de uma efetiva aplicação de ações que promovam a sustentabilidade e atinjam as metas estabelecidas por essas políticas, de forma integrada e articulada entre diversos setores, visando melhorar a qualidade de vida da população, reduzir as emissões poluentes e enfrentar as mudanças climáticas (Caccia et al., 2017).

Em Manaus, o problema social e habitacional se agravou com o comércio internacional da borracha, época conhecida como Ciclo da Borracha, fato histórico que contribuiu para o crescimento econômico, social, demográfico e elevação do custo de vida na cidade (Carvalho, 2022). Visando amenizar o problema habitacional da cidade, foram implantados alguns programas de HIS, com a iniciativa dos poderes públicos locais, com incentivos financeiros do Governo Federal e financiamento por bancos internacionais (Pires; Calegare, 2017). O Quadro 8 apresenta alguns programas de implementados na cidade de Manaus pela esfera estadual.

Quadro 8 - Programas de implementados na cidade de Manaus.

ESFERA	PROGRAMA	DESCRIÇÃO	DURAÇÃO
Estadual	PROSAMIM – Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus	Recuperação das áreas de igarapés onde residem determinado número de famílias. As famílias foram remanejadas até que fossem feitos os serviços de saneamento. É financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID.	2003-2021
Estadual	Residenciais “Viver Melhor”	São casas e apartamentos que foram construídos para atender às necessidades habitacionais de famílias que não possuíam moradia, e seguiu os parâmetros de exigência do PMCMV do Governo Federal.	2009 - atualmente ⁶
Municipal	PROURBIS - Programa de Desenvolvimento Urbano e Inclusão Socioambiental de Manaus	Programa da Prefeitura de Manaus, também financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID, que visava melhorar a qualidade de vida das pessoas que viviam em áreas de risco e preservação ambiental.	2013 - 2021
Estadual	PROSAMIN+ - Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus e Interior	Continuação do PROSAMIM, em expansão do modelo de intervenção em Manaus para o interior do Estado do Amazonas. Também financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID.	2021 – atualmente ⁷

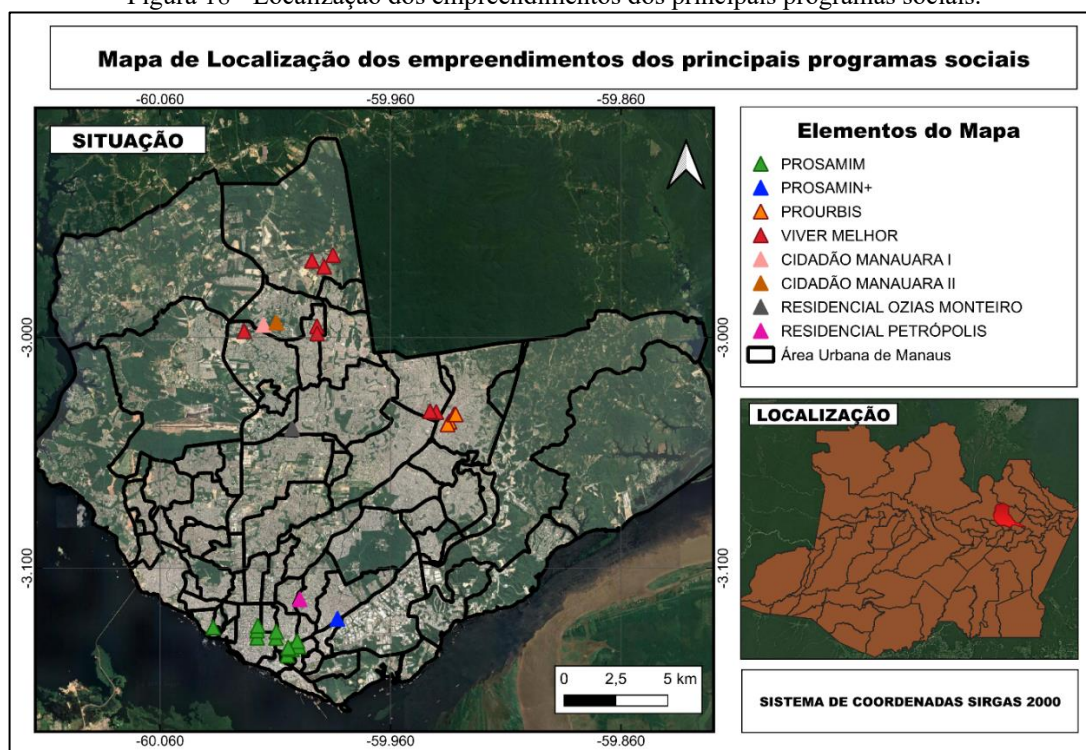
Fonte: Autor, 2023.

A Figura 18, apresenta a disposição desses empreendimentos na cidade de Manaus.

⁶ Embora os conjuntos habitacionais estejam concluídos e consolidados há quase 10 anos, ainda continuam pendente as questões relativas à regularização fundiária.

⁷ Durante a elaboração deste trabalho, 32 das 752 unidades habitacionais previstas foram entregues aos beneficiários.

Figura 18 - Localização dos empreendimentos dos principais programas sociais.



Fonte: Autor, 2023.

3.9.1 Implantação de soluções de retenção de águas pluviais em conjuntos habitacionais de interesse social

Melhorar a qualidade da água, reduzir a poluição, eliminar o despejo e minimizar a liberação de produtos químicos e materiais perigosos são objetivos definidos para o Desenvolvimento Sustentável até 2030. Isso inclui a redução pela metade da proporção de águas residuais não tratadas e o aumento substancial da reciclagem e reutilização segura em escala global (Ministério dos Direitos Humanos e Cidadania, 2023).

Quando se trata da elaboração de projetos de HIS em países em desenvolvimento, como o Brasil, os impactos econômicos da adoção de medidas de sustentabilidade são ainda mais críticos do que a adoção em outras tipologias de edificação, pois existem implicações sociais e políticas (Caccia et al., 2017). Outra vertente de críticas refere-se ao espaço urbano das cidades. Sabe-se que, na produção da unidade habitacional, ao valor final da construção incorpora-se o valor dos materiais e mão de obra e também o valor da terra (Perim, 2014). Em uma primeira análise, quanto maior o custo de construção por unidade habitacional, menor será o número de famílias atendidas por conta da limitação de recursos destinados para os programas sociais (Caccia et al., 2017).

A implantação de soluções de retenção de águas pluviais, sobretudo em conjuntos habitacionais de interesse social, é uma prática importante para o controle de inundações e a

preservação do meio ambiente. Segundo Wunder (2006), a ideia de captar água de chuva antes que chegue ao solo contribui não apenas para criar uma permeabilidade 'artificial' dos solos das bacias hidrográficas urbanas, mas também para a economia proporcionada pela racionalização do uso da água potável da rede pública de abastecimento.

No Brasil, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Ponta Grossa, por exemplo, recomenda o manejo de águas pluviais que contemple a retenção, captação e detenção em Conjuntos Habitacionais de Interesse Social (Barros, 2020).

Almeida (2020), propõe a reutilização de águas pluviais em unidades habitacionais de baixa renda em Presidente Prudente/SP, considerando os fatores como demanda, disponibilidade de chuvas e viabilidade econômica, e destaca os benefícios econômicos e ambientais da reutilização da água da chuva, o sistema proposto visa mitigar inundações, erosão e sedimentação urbanas, contribuindo para a proteção dos corpos d'água, locais.

A Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU) tem experiência na implantação de reservatórios de detenção em conjuntos habitacionais, conforme citado por Nakazone (2005). Além disso, desenvolve ações que buscam a sustentabilidade na gestão da produção habitacional, incluindo o uso racional da água (CBCS, 2011). O Manual Técnico de Projetos da CDHU pode ser consultado para mais informações sobre a implantação de soluções de detenção de águas pluviais em conjuntos habitacionais (CDHU, 2008).

Com objetivo de diminuir os impactos ambientais causados pela urbanização, Bertoldi et al. (2019), propõe o uso de cobertura verde como medida compensatória, que retém parcela da água precipitada, reduz os picos de vazão do escoamento superficial e contribui para o microclima, além de contribuir para economia de água potável e atenua a operação do sistema de drenagem da região.

Essas medidas buscam interferir minimamente no ciclo hidrológico ao mesmo tempo, em que não se opõem à urbanização e ocupação controlada do solo (Pereira; Ito, 2017).

Contudo, a implementação de soluções de retenção de águas pluviais nos conjuntos habitacionais de interesse social analisados, está intimamente relacionada à questão da regularização fundiária. A exigência é demandada para regularização e Habite-se de arquitetura social, presente na lista de documentos utilizada pela Gerência Projetos de Interesse Social (GAPIS) do Instituto Municipal de Planejamento Urbano (IMPLURB) no município de Manaus-AM, conforme Anexo A.

O item em questão é o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV).

O EIV apresenta-se como um instrumento legal de gestão urbana, outorgando aos municípios a definição dos tipos de empreendimentos, dos quais serão exigidos estudos sobre os impactos de sua instalação, submetendo-os ao licenciamento das atividades e condicionando-os à observação de impactos em menor escala (Inguaggiato et al., 2021).

No termo de referência para elaboração do EIV, documento solicitado pela Prefeitura de Manaus que define as diretrizes, critérios e requisitos para a realização do Estudo, há o item relacionado à adequação à infraestrutura urbana que diz respeito a drenagem urbana:

Informar sobre o sistema de drenagem pluvial existente e o aproveitamento desta no sistema de drenagem do empreendimento;

- Apresentar Parecer expedido pela SEMINF.
- Projeto aprovado: nos casos de Alteração de Uso e Aprovação e Licença;
- Termo de Execução: nos casos de Regularização e Habite-se. (IMPLURB, 2021).

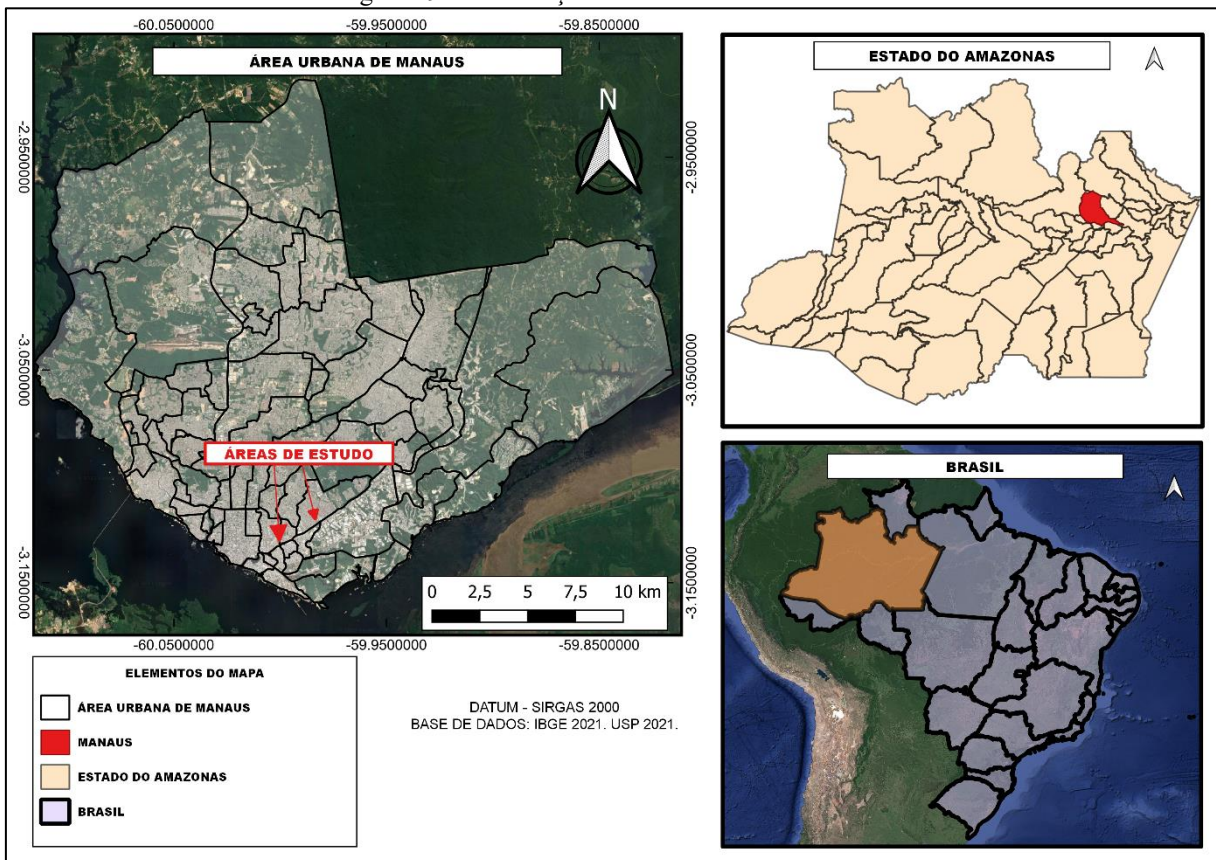
E na lista de documentos para aprovação de projeto de drenagem utilizada pela SEMINF no município de Manaus, conforme Anexo B. O item relacionado ao projeto completo de drenagem diz que eles devem seguir a diversos critérios, entre eles: a Lei 1.192/2007 – Pró-Águas, do município de Manaus e a Lei Nº 12.526/2007 – Lei das Piscininhas, do Estado de São Paulo, disposta no Anexo C.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

As áreas de estudos estão localizadas na cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas, na Região Norte do Brasil, na margem esquerda do rio Negro, afluente do rio Amazonas, conforme Figura 19. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), a população estimada de Manaus era de 2,2 Milhões de habitantes e uma área territorial em torno de 11.401,092 km², tornando-a assim, a 7^a cidade mais populosa do país.

Figura 19 - Localização da cidade de Manaus/AM.



Fonte: Autor, 2023.

As transformações no cenário urbanístico de Manaus, segundo Frota (2017) se dá com a implantação da Zona Franca, em 1967, a cidade cresceu vertiginosamente e atraiu grandes levas de migrantes brasileiros e imigrantes estrangeiros, gerando um crescimento demográfico que obrigou a cidade a passar por mudanças significativas, a ocupação de forma desordenada resultou em um aumento crescente e desordenado do número de habitantes em Manaus. Surgiram, então, as construções de barracos, casebres e outras improvisações de moradia

(palafitas) em torno de áreas extremamente sensíveis e que geralmente são as zonas ciliares dos igarapés.

No mesmo estudo, Frota (2017) relata que esse processo de ocupação subnormal gerou, a longo prazo, habitações que se amontoavam nas margens e leitos dos igarapés, desprovidas de planejamento urbano e com total ausência de infraestrutura.

Por se tratar, em sua maioria, de áreas de talvegues, pontos mais baixos da bacia de contribuição de macrodrenagem, que, por sua vez, não apresenta vazão de escoamento suficiente em função do assoreamento dos seus leitos, estrangulamento de suas bordas por processo erosivo ou por avanço de construções, acúmulo de lixo e obstáculos gerados pelos esteios das palafitas e estruturas das pontes e passarelas de madeira, contribuem para o transbordamento de suas margens e afeta as edificações construídas em seu curso direto e adjacências imediatas através das frequentes inundações, conforme mostrado na Figura 20.

Figura 20 - Fotografia panorâmica mostrando as ocupações subnormais ao longo da bacia de contribuição de macrodrenagem.



Fonte: Autor, 2023.

Como contrapartida, ao decorrente processo de ocupação das margens e leitos dos igarapés de Manaus e buscando a manutenção do desenvolvimento socialmente integrado e do crescimento econômico ambientalmente sustentável, o governo estadual lançou os programas PROSAMIM (Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus) e PROSAMIN+ (Programa Social e Ambiental de Manaus e do Interior), a fim de recuperar as áreas degradadas localizadas em terrenos marginais mediante obras de melhoria ambiental, urbanística, bem como a superação do déficit habitacional, através do reassentamento da população que ali residia em habitações de interesse social, conforme apresentado nas Figuras 21 e 22.

Figura 21 - Localidade (ocupação subnormal) antes da intervenção do PROSAMIM.



Fonte: UGPE, 2023.

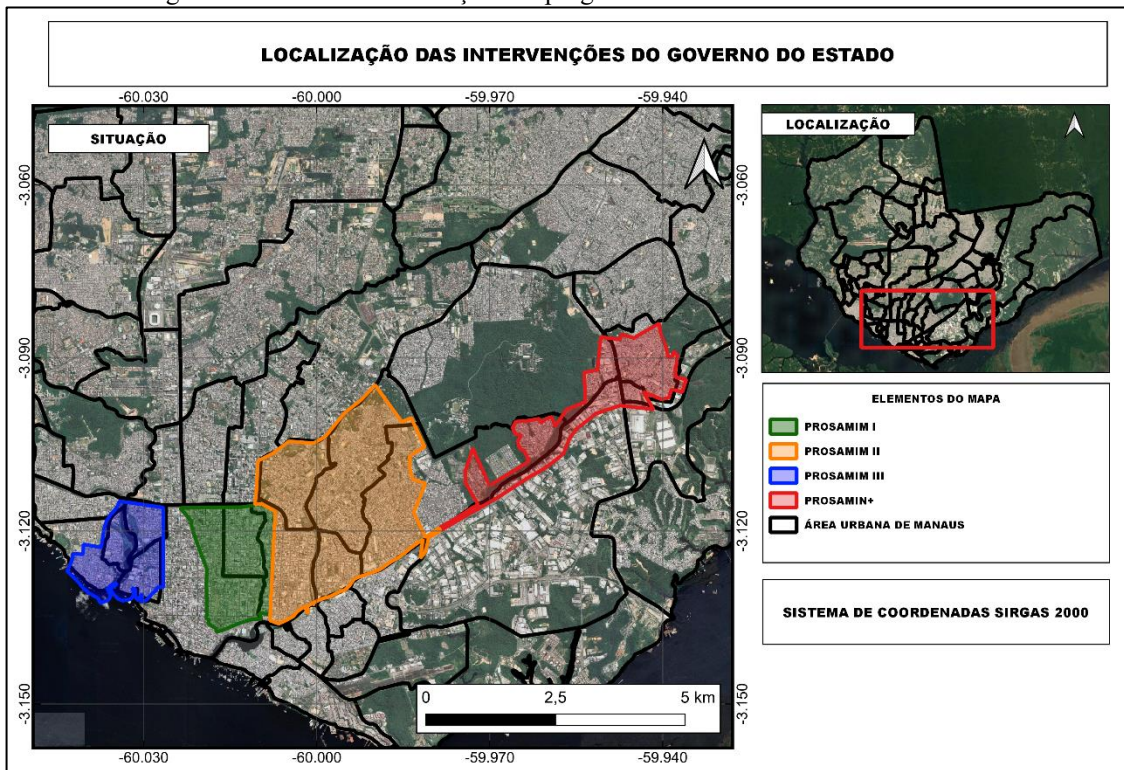
Figura 22 - Local após a revitalização urbanística, ambiental e habitacional do PROSAMIM.



Fonte: UGPE, 2023.

O Programa Social e Ambiental de Manaus e do Interior (PROSAMIN+) lançado em julho de 2021, é um conjunto de ações e intervenções que representam a continuidade das intervenções e requalificações iniciadas pelo Governo do Estado nas bacias do Igarapé do Quarenta, Educandos e São Raimundo, representadas pelas obras concluídas ao longo das fases do PROSAMIM I, II e III, respectivamente. A Figura 23 apresenta a localização das intervenções supracitadas. Dessa forma, as áreas de estudo estão inseridas no contexto do PROSAMIN+.

Figura 23 - Áreas de intervenção dos programas PROSAMIM e PROSAMIN+.

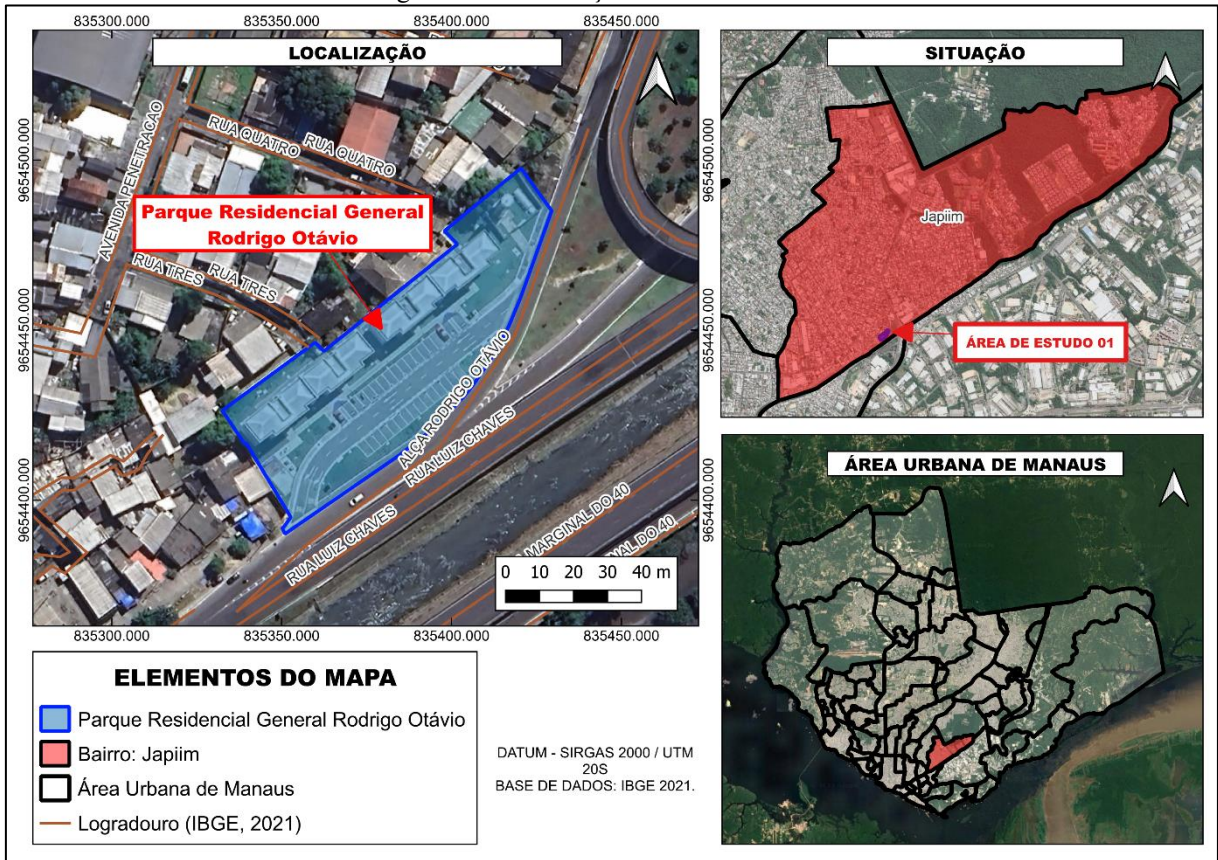


Fonte: Autor, 2023.

4.1.1 Área de estudo I: Parque Residencial General Rodrigo Otávio

A primeira área localiza-se na zona sul da cidade de Manaus, na rua Luiz Chaves, no bairro Japiim, conforme Figura 24. O Parque Residencial General Rodrigo Otávio, foi inaugurado e entregue aos beneficiários já regularizado com a certidão de Habite-se em abril de 2023, com 32 (trinta e dois) unidades habitacionais distribuídas em 04 (quatro) blocos habitacionais.

Figura 24 - Localização da área de estudo I.



Fonte: Autor, 2023.

O terreno em questão, serviu de área de implantação do canteiro de obras na abrangência do PROSAMIM II e já contava com serviços de infraestrutura e urbanísticos executados pelo mesmo, sendo, portanto, uma área remanescente que serviu para construção de unidades habitacionais do PROSAMIN+.

O empreendimento possui dois blocos habitacionais conjugados, e está estabelecido no terreno de 3.881,59 m². Tendo áreas estabelecidas de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Quadro de áreas resumido da área de estudo I.

ÁREAS	QTD (m ²)
ÁREA OCUPADA PELO BLOCO	588,80
ÁREA DAS COBERTURAS	747,84
ÁREA PERMEÁVEL	1.564,59
ÁREA IMPERMEÁVEL	2.317,00
ÁREA TOTAL	3.881,59

Fonte: UGPE, 2023.

Em termos de soluções de drenagem, o projeto aprovado conta com áreas permeáveis, rede de drenagem subsuperficial, tubos de queda, caixas de inspeção, bocas de lobo entre outros, e apresentou uma solução de retenção sem histórico nos Programas anteriores, o Reservatório Vertical em Tubos.

A Figura 25 apresenta a Área de Estudo I já instalada.

Figura 25 - Parque Residencial General Rodrigo Otávio já instalado.

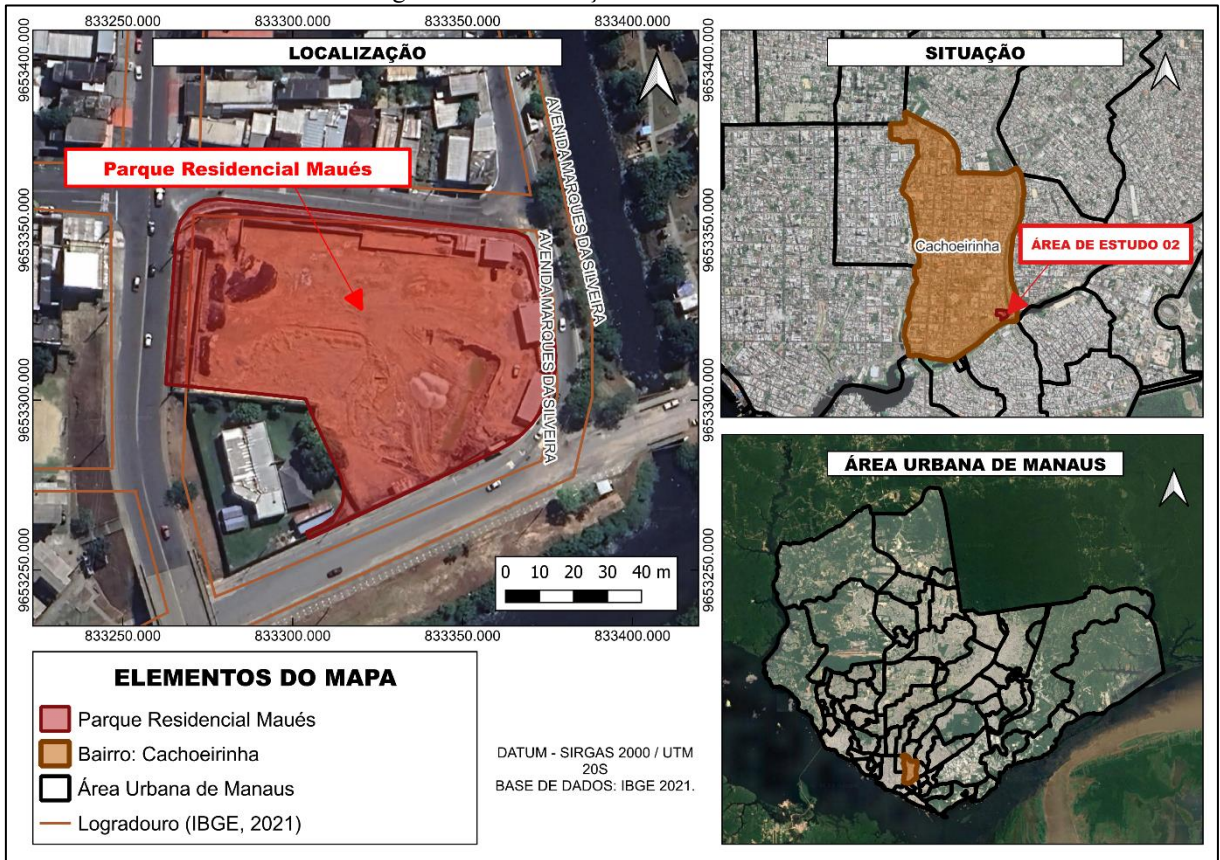


Fonte: Autor, 2023.

4.1.2 Área de estudo II: Parque Residencial Maués

A segunda área de estudo localiza-se no cruzamento da Avenida Maués com a Avenida Ipixuna, zona sul de Manaus, no bairro da Cachoeirinha, conforme apresentado Figura 26. O empreendimento se encontra em fase de construção, e contará com 72 (setenta e dois) unidades habitacionais distribuídas em 09 (nove) blocos habitacionais e está estabelecido num terreno com 7.326,02 m².

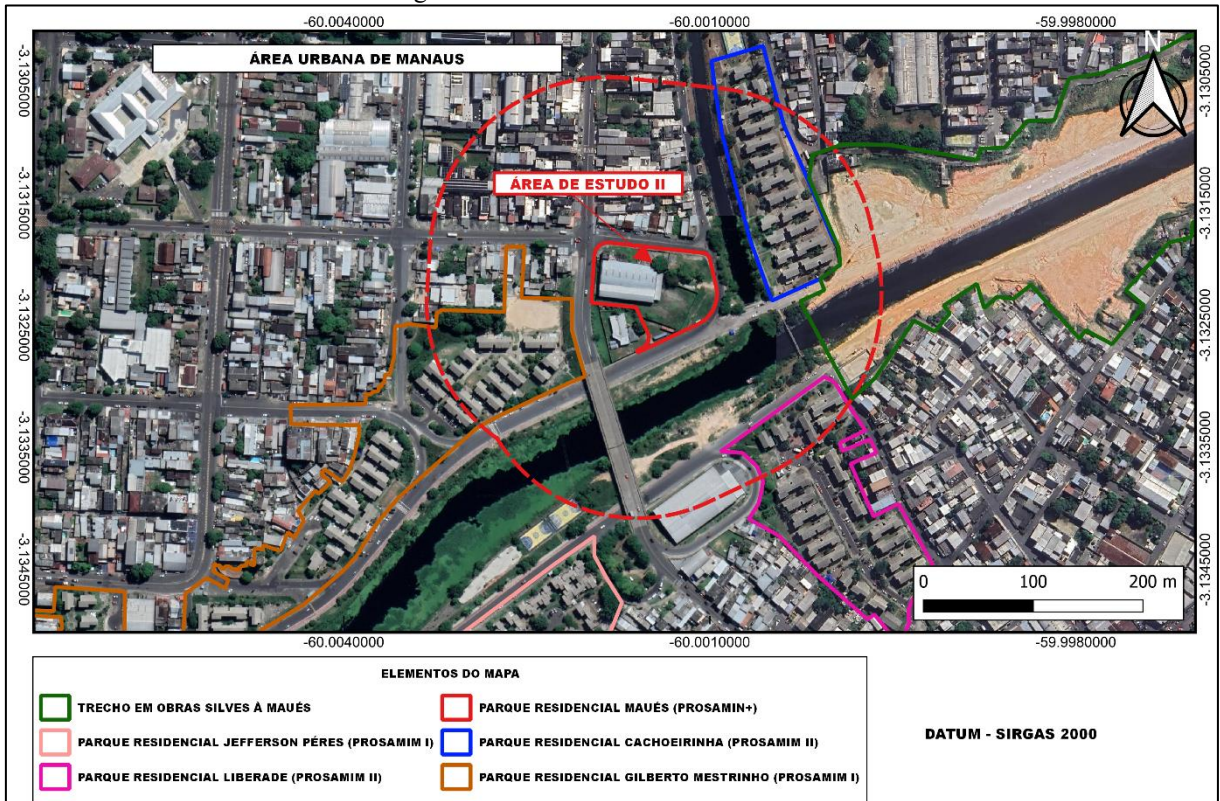
Figura 26 - Localização da área de estudo II.



Fonte: Autor, 2023.

O terreno em questão apresenta em seu entorno serviços de requalificação urbanística, infraestrutura e outros conjuntos habitacionais executados por programas anteriores, PROSAMIM I e II, conforme a Figura 27. É também uma área remanescente que servirá para construção de unidades habitacionais do PROSAMIN+.

Figura 27 - Entorno da área de estudo II.



Fonte: Autor, 2023.

O empreendimento prevê três blocos habitacionais conjugados e três blocos simples, e está estabelecido no terreno de 7.326,02 m², conforme Figura 28. Tendo áreas estabelecidas de acordo com a Tabela 2.

Figura 28 - Renderização prevista para área de estudo II.



Fonte: UGPE, 2023.

Tabela 2 - Quadro de áreas resumido para a área de estudo II.

ÁREAS	QTD (m ²)
ÁREA OCUPADA PELO BLOCO	1.323,84
ÁREA PERMEÁVEL	2.203,98
ÁREA IMPERMEÁVEL	5.122,04
ÁREA TOTAL	7.326,02

Fonte: UGPE, 2023.

O Parque Residencial Maués, no período de realização desse trabalho, ainda se encontrava em fase de construção e os serviços de microdrenagem ainda não haviam sido executados, conforme apresentado na Figura 29.

Figura 29 - Canteiro de obras da área de estudo II.



Fonte: Autor, 2023.

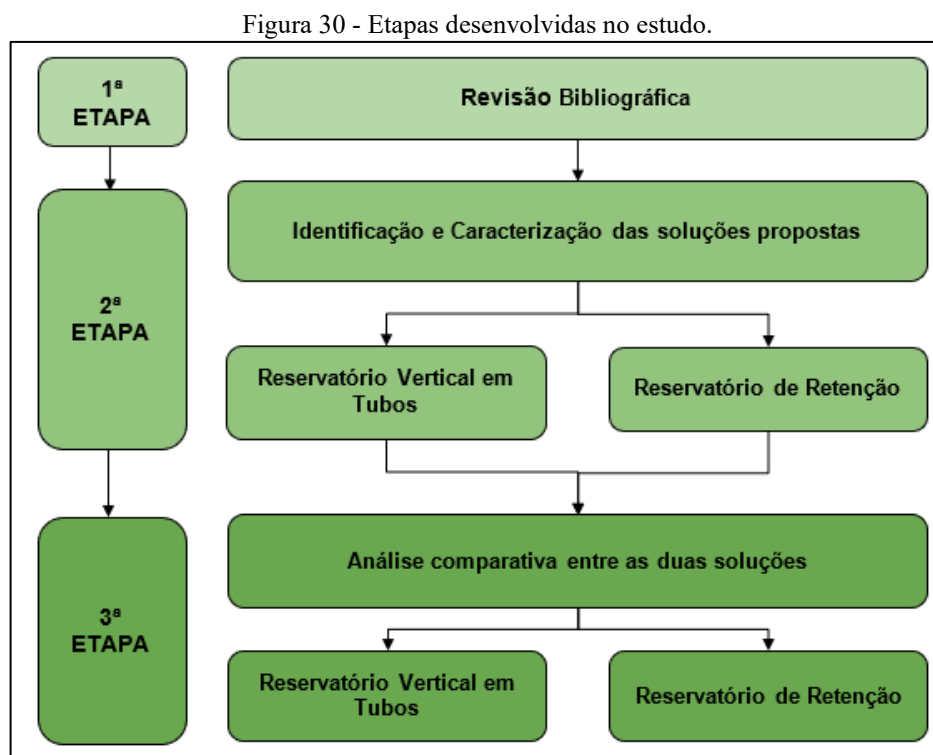
Em termos de soluções de drenagem, o projeto conta com áreas permeáveis, rede de drenagem subsuperficial, bocas de lobo entre outros, e contará com outra solução experimental também sem histórico no Programa, o Reservatório de Retenção.

4.2 MÉTODO

O presente estudo se configura como uma pesquisa descritiva-exploratória pois pretendeu avaliar e comparar a eficácia das diferentes soluções de retenção de águas pluviais para conjuntos habitacionais de interesse social, no Parque Residencial General Rodrigo Otávio onde foi previsto implantação do reservatório vertical em tubos e no Parque Residencial Maués onde foi previsto um reservatório enterrado de retenção de águas pluviais.

Adicionalmente à pesquisa experimental, foram realizadas visitas *in loco* conduzidas, com o propósito de enriquecer o estudo por meio de informações adquiridas junto aos moradores e entrevistas com os engenheiros projetistas e a Unidade Gestora de Projetos Especiais (UGPE).

Dessa forma, foram desenvolvidas três etapas, de modo a atingir os objetivos proposto no presente trabalho, conforme apresentado na Figura 30.



Fonte: Autor, 2023.

4.2.1 Etapa 01: Estudo sistemático da literatura

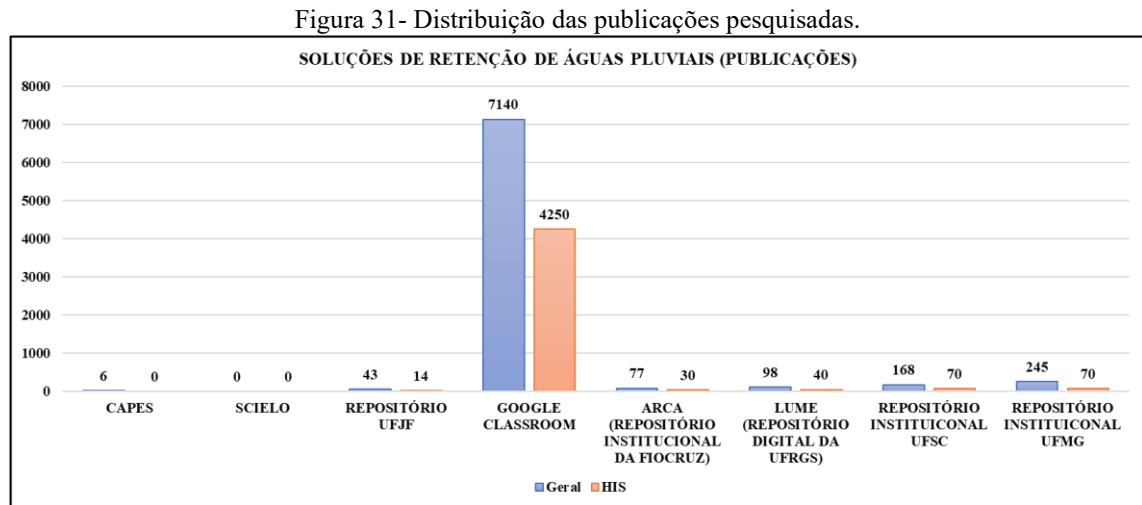
Foi realizado um estudo sistemático da literatura sobre a implantação de soluções de retenção de águas pluviais em conjuntos habitacionais de interesse social, seus impactos socioeconômico e ambiental, diretrizes e parâmetros técnicos para sua implantação.

A busca sistematizada por artigos científicos sobre o tema de aproveitamento de águas pluviais foi realizada em diversos repositórios, tais como: Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), *Google* acadêmico, Repositórios Institucionais diversos.

Inicialmente, foram utilizadas as palavras-chave “soluções de retenção de águas pluviais” para se ter uma visão ampla do tema analisado e depois “soluções de retenção de águas

pluviais em habitações de interesse social” para buscar a visão nichada do tema aqui apresentado, na busca do título dos artigos, sem restrição quanto à data das publicações.

Após feita a pesquisa nos repositórios, a distribuição dos trabalhos encontrados, está apresentada na Figura 31.



Fonte: Autor, 2023.

Após minuciosa investigação em diversos repositórios acadêmicos, a pesquisa sobre o manejo de águas pluviais, deixou evidente que esse tema desperta um amplo interesse e gera inúmeras discussões. Isso abrange desde a implantação de bacias de retenção em grandes corpos d'água, na macrodrenagem até a implementação de tecnologias como telhados verdes para gerenciamento das águas pluviais ao nível de microdrenagem, como soluções de retardo do escoamento pluvial.

As abordagens relacionadas as habitações de interesse social envolvem uma combinação de práticas, principalmente, voltadas para educação socioambiental, reutilização da água pluvial e cultivo de vegetação na cobertura dos edifícios. Isso sugere que, apesar da vasta literatura disponível sobre estratégias de controle e gestão de águas pluviais, a pesquisa direcionada para aplicações em residenciais de interesse social carece de atenção e aprofundamento, indicando uma lacuna significativa no conhecimento acadêmico atual. Essa lacuna reforça ainda mais a necessidade de desenvolver o presente trabalho.

Quanto aos parâmetros técnicos, econômicos e ambientais, já são assegurados pelas legislações e normas técnicas vigentes no país, como foi apresentado no Quadro 6. Tais instrumentos são classificados como medidas não estruturais para uma gestão eficiente das águas pluviais, cabendo aos órgãos reguladores e aos profissionais conhecê-los e utilizá-los, visando com isso uma gestão eficiente das águas pluviais urbanas.

4.2.2 Etapa 02: Conhecendo as soluções de retenção de escoamento superficial

Foram realizadas visitas técnicas “*in loco*” e entrevistas com os moradores desses dois conjuntos habitacionais e engenheiros sobre a funcionalidade das soluções a serem implantadas, bem como o levantamento de dados de projetos e os custos relativos a cada solução.

Inicialmente, foram realizadas visitas aos conjuntos habitacionais de interesse social, onde diversos aspectos foram observados, incluindo a infraestrutura, sistemas de drenagem, condições ambientais existentes. Além disso, conduziram-se entrevistas não estruturadas, conforme Anexo E, com um grupo de moradores, a fim de obter uma visão qualitativa de suas expectativas e preocupações em relação ao tema em estudo.

Paralelamente, um levantamento de dados detalhado foi conduzido, abrangendo a coleta de informações dos memoriais descritivos, composições orçamentárias e projetos executivos de drenagem fornecidos pela Subcoordenadoria Setorial de Planejamento da Unidade Gestora de Projetos Especiais em resposta à carta apresentada no Apêndice A, que disponibilizaram uma base sólida para a análise posterior. Também foram realizadas entrevistas não estruturadas com os engenheiros responsáveis pela elaboração dos projetos, que compartilharam documentos e trabalhos por eles utilizados, listados no Quadro 9, permitindo assim uma compreensão dos seus pontos de vistas sobre as soluções idealizadas. Além disso, conversas com outros engenheiros foram realizadas, a fim de se obter uma visão ampla e diversificada sobre o tema.

Quadro 9 - Lista de documentos enviados pelos engenheiros projetistas.

Documentos	Autores	Ano
Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis – Estudo de caso: Bairro social Reny Cury.	Patricia Freitas Candine; João Silveira Belém Jr.	2017
Guia orientativo das normas de conservação de água, fontes alternativas não potáveis e aproveitamento de água de chuva em edificações.	Virgínia Dias de Azevedo Sodré; Bruno Nogueira Fukasawa; Marina Roque Oliveira.	2019
Aproveitamento de Águas Pluviais e Reuso de Águas Cinzas em Edificações Padrões de qualidade, critérios de instalação e manutenção.	Daniel Richard Sant’Ana Lídia Batista Pereira Medeiros	2017
Aplicabilidade de metodologias para pré- dimensionamento de bacias de detenção em Santa Maria/RS.	Raviel Eurico Basso; Lucas Camargo da Silva Tassinari	2013
Projeto técnico: reservatórios de detenção.	ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland - Programa Soluções para Cidades	2013
Manejo de águas pluviais urbanas: estudo de bacias de amortecimento na região metropolitana de São Paulo.	Paulo Alexandre Gouveia Martins	2006
Curso de Manejo de águas pluviais Capítulo 16- Reservatório de infiltração	Engenheiro Plínio Tomaz	2019
Urbanização e cheias: medidas de controle na fonte	Erika Naomi De Souza Tominaga	2013

Fonte: Autor, 2023.

4.2.3 Etapa 03: Comparação entre as duas soluções de retenção de escoamento superficial

Essa etapa consistiu na comparação entre as duas soluções e apresentação de suas vantagens e desvantagens. A seguir são apresentadas as soluções:

4.2.3.1 Reservatório Vertical em Tubos

Inicialmente, o projeto não contava com solução destinada ao retardo do escoamento das águas pluviais, o que demandou a necessidade de intervenção da Comissão de Drenagem da Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF) durante a fase de aprovação do projeto executivo de drenagem de águas pluviais. O parecer inicial da SEMINF fundamentou sua intervenção por meio de uma justificativa técnica, amparada pela Lei 1.192/2007, destacando a relevância da implantação de medidas que visam mitigar os efeitos adversos do escoamento pluvial não gerenciado. A justificativa ressaltou a importância de promover a sustentabilidade ambiental, minimizar riscos de inundação e preservar a integridade das áreas urbanas circundantes, embasando assim a incorporação de soluções de retardo de escoamento às diretrizes do projeto.

No contexto analisado, observou-se que a submissão dos projetos de drenagem à SEMINF ocorreu em uma fase já avançada da construção do residencial. O atraso na submissão dos projetos foi interpretado como uma falha no planejamento e na gestão do empreendimento, o pouco esmero com a regularização dos projetos só fomentou desafios técnicos e ambientais adicionais durante a execução da obra.

A abordagem inicial sugerida pela SEMINF fora a implantação de um reservatório de retenção de águas pluviais enterrado. O volume de retenção foi calculado conforme equação estabelecida pela referida Lei, e ao consultar a construtora sobre a aplicabilidade da solução, a ideia foi descartada em virtude das seguintes considerações técnicas:

- Espaço disponível: o volume de retenção inicialmente calculado demandava uma grande área para sua implantação e, em virtude do andamento da obra e a presença de equipamentos urbanos e os sistemas de infraestrutura já implantados no local, impossibilitavam a escavação e a instalação do reservatório de forma eficaz, visto que isso poderia causar interferências e/ou danos significativos a esses elementos cruciais da infraestrutura urbana existente.
- Análise do nível do lençol freático: através dos relatórios de sondagem, revelou-se que este se encontrava a uma profundidade que tornaria inviável a construção do reservatório

com a altura de projeto requerida sem o risco de infiltração de água subterrânea, o que poderia comprometer a eficácia do sistema e a integridade estrutural do reservatório projetado, tornando-o suscetível a problemas de deterioração precoce e instabilidade.

A opção de rebaixamento do lençol freático não pôde ser considerada devido a restrições significativas relacionadas ao cronograma de obra e aos custos não previstos de implantação.

O cronograma de execução do projeto demandava uma implementação eficiente e dentro de prazos estritos, tornando inviável o processo de rebaixamento do lençol freático, que, por natureza, envolve procedimentos mais demorados e complexos. Adicionalmente, os custos associados ao rebaixamento do lençol freático foram considerados onerosos, extrapolando os limites financeiros estabelecidos para a realização do projeto. Portanto, a opção de rebaixamento do lençol freático foi excluída das alternativas de solução em virtude dessas limitações.

Diante dessas considerações técnicas, a opção de implementar um reservatório aterrado de retenção de águas pluviais foi rejeitada em favor de alternativas mais adequadas à situação específica do local em questão, nesse caso o Reservatório Vertical em Tubos.

O Reservatório Vertical em Tubos foi então submetido à SEMINF como solução para retardo do escoamento pluvial. Este último emitiu um parecer favorável, aprovando o projeto para execução, ressaltando a inventividade na integração da estratégia de retenção do escoamento pluvial e a sustentabilidade no que concerne ao aproveitamento das águas pluviais para fins de reuso, fazendo, de fato, o que se pede na Lei 1.192/2007, o “uso racional das águas nas edificações”. Com a observação de que como foi introduzido um novo sistema de retenção, isso requer um aumento na vigilância e na supervisão de seu funcionamento, tornando necessário redobrar os cuidados.

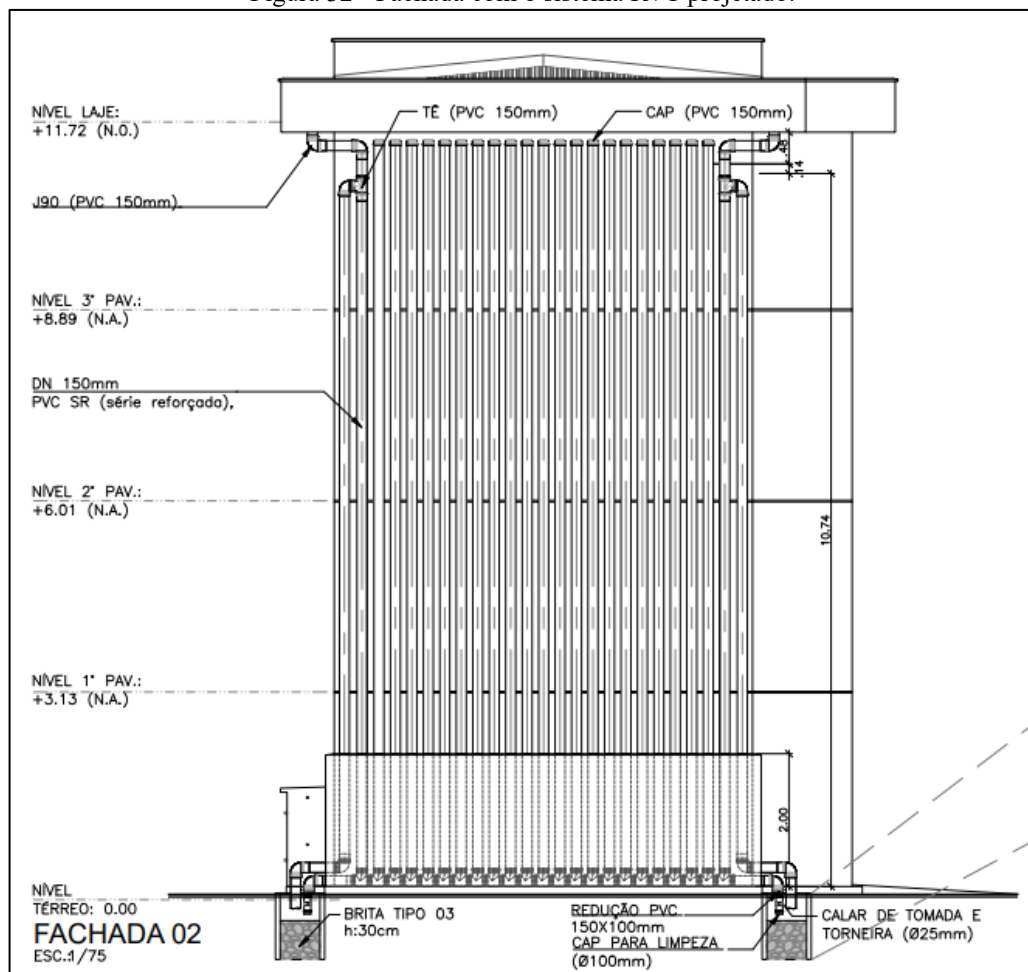
O RVT foi projetado para coletar a água da chuva que é direcionada a partir dos telhados, para o seu interior. A água é retida e armazenada em tubos de PVC da Série Reforçada de $\Phi 150\text{mm}$ que compõem o reservatório, há um entendimento que esse volume não será, a priori, escoado à microdrenagem e assim ao corpo d'água da bacia, este somente ocorrerá em eventos hidrológicos que resultem em volumes superiores à capacidade de reservação, e será escoado pela tubulação do extravasor até a caixa de inspeção.

A água armazenada é exclusiva para usos não potáveis, como irrigação de jardins, limpeza de pisos e carros, entre outros, por meio de um colar de tomada e torneira de $\Phi 25\text{mm}$ localizado na base do reservatório. Possibilitando assim, uma redução na demanda por água potável para essas atividades, economizando recursos hídricos e reduzindo custos.

Há também um sistema de descarte localizado na base do reservatório logo abaixo do colar de tomada e torneira que possibilita que o reservatório possa ser esvaziado caso não seja possível usar toda a água armazenada antes da próxima chuva.

A solução aprovada será implantada nas fachadas laterais dos blocos habitacionais, neste empreendimento são 04 (quatro) faces a serem implementadas. A Figura 32 abaixo, apresenta um corte apresentando a fachada com o sistema proposto.

Figura 32 - Fachada com o sistema RVT projetado.

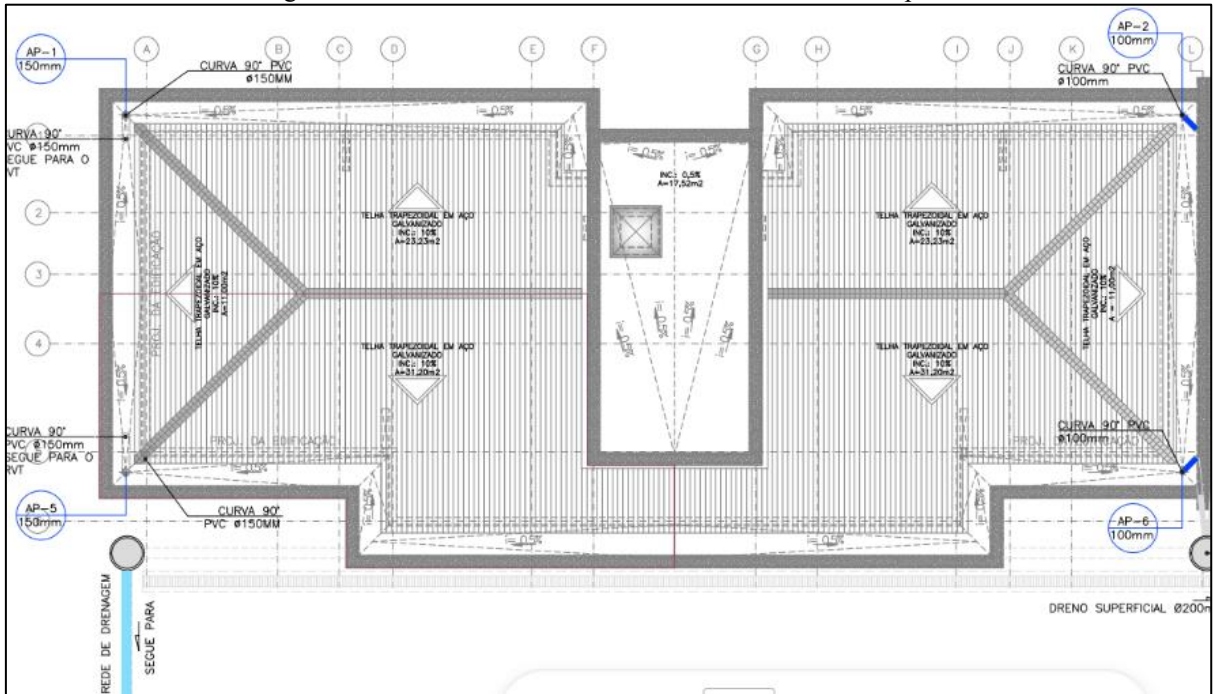


Fonte: UGPE, 2023.

Seguindo a metodologia conforme a NBR 10844 - Instalações prediais de águas pluviais, calculou-se a vazão de projeto. Adotou-se a intensidade pluviométrica da Cidade de Manaus/AM, sendo 180,00 mm/h, conforme Tabela 5 do anexo da referida norma, considerando o período de retorno de 05 anos.

A área de contribuição utilizada é referente a cobertura dos dois blocos habitacionais, para o coeficiente de *runoff* (C), utilizou-se o valor de 1,00, no caso sendo uma área impermeável. A cobertura de cada unidade possui quatro águas e foi executada em telha trapezoidal em aço galvanizado, com inclinação de 10% e beiral com calhas (Figura 33).

Figura 33 - Planta de cobertura dos blocos habitacionais simples.



Fonte: UGPE, 2023, adaptado pelo autor..

A Tabela 3, apresenta a metodologia e os parâmetros de cálculo utilizados para determinar o valor de vazão de amortecimento.

Tabela 3 - Metodologia para encontrar a vazão de amortecimento.

Vazão de Amortecimento	
Critério de Dimensionamento	NBR 10844
Equação (Q)	$Q = C \cdot I \cdot A / 60$
Período de Retorno (anos)	5,00
Intensidade Pluviométrica (mm/h)	180,00
Área de Contribuição (m²)	747,84
Coefficiente de Run-off (C)	1,00
Vazão (L/min)	2243,52

Fonte: UGPE, 2023.

Para o cálculo do volume de retenção, adotou-se a capacidade de armazenamento em função da geometria do tubo, o volume de um cilindro, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Metodologia para determinar a capacidade de armazenamento do sistema RVT.

Volume de Amortecimento	
Volume (m³)	$\pi \cdot r^2 \cdot L$
Diâmetro (mm)	150
L (m) (por fachada)	242,4
Volume (m³) (por fachada)	4,28

Fonte: UGPE, 2023.

Considerando as 04 fachadas disponíveis do empreendimento, o volume total de armazenamento atinge o valor de 17,12 m³.

A UGPE cedeu detalhes abrangentes sobre a composição e os custos envolvidos no projeto, conforme Anexo D. Essa atitude transparente e colaborativa estabeleceu um sólido alicerce para a composição deste trabalho, permitindo uma análise minuciosa de sua viabilidade econômica e técnica. O custo de implantação por fachada está apresentado na Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 - Custo de implantação do RVT por fachada.

Reservatório Vertical em Tubos	
Custo (R\$) (por fachada)	62.149,99 ⁸

Fonte: UGPE, 2023.

4.2.3.2 Reservatório de Retenção

O Parque Residencial Maués estava em fase de serviços preliminares, quando foi identificada a necessidade da solução no processo de aprovação dos projetos executivos de drenagem do Parque Residencial General Rodrigo Otávio. Houve, então, uma movimentação para ajustar o projeto executivo para atender a solução de retenção do escoamento pluvial prevista pela Lei municipal 1.192/2007.

O modelo de cálculo inicialmente delineado ocasionou a primeira preocupação, centrada na busca por uma área disponível para a implementação do reservatório, sem que houvesse a imposição de alterações substanciais nos projetos arquitetônicos previamente aprovados.

A metodologia utilizada inicialmente utilizou o método da NBR 10844 - Instalações Prediais de Águas Pluviais para o cálculo da vazão de projeto, considerando apenas a cobertura dos dois blocos habitacionais como área de contribuição, conforme Tabela 2, e utilizando o tempo de concentração de 10 minutos para definir o volume de retenção, conforme Tabela 6. Com o volume de 51,08 m³ inicialmente estimado, o projeto foi novamente submetido à análise da Comissão de Drenagem.

⁸ A composição orçamentária em questão foi calculada com base na SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) de janeiro de 2023.

Tabela 6 - Metodologia de cálculo utilizada inicialmente.

Volume de Retenção		
Área (m²)	(A)	1702,62
Intensidade Pluviométrica (mm/min)	(I)	180,00
Coefficiente de <i>run-off</i>	(C)	1,00
Vazão (L/min)	(Q)	5107,86
Tempo de Retenção (min)	(t)	10,00
Volume de Retenção (m³)	(V)	51,08

Fonte: UGPE, 2023.

Após análise do projeto, identificou-se que a metodologia de cálculo estava equivocada:

1) pela adoção da área de cobertura ao invés da área total impermeável do parque residencial; e
 2) por considerar um período de concentração de 10 minutos, outra questão, fora o posicionamento do reservatório, pois como ele tem a função de reter todas as águas do empreendimento, portanto, deve ser o último componente da rede pluvial antes de seu lançamento final, sem recolhimento de água posterior a ela. Dessa forma, foi recomendada a adoção de uma metodologia mais específica para um novo dimensionamento do reservatório: o método das piscininhas, conforme a Lei 1.192/2007, disponível no Anexo C.

Utilizando – se da Lei das Piscininhas para calcular o volume de retenção, adotou – se a intensidade pluviométrica da Cidade de Manaus/AM de 180,00 mm/h, conforme Tabela 5 do anexo da NBR 10844 - Instalações Prediais de Águas Pluviais, considerando o período de retorno de 05 anos (Tabela 7).

Tabela 7 - Metodologia para encontrar o volume de amortecimento.

Volume necessário para retenção	
Critério de Dimensionamento	Lei das Piscininhas
Equação (V)	$0,15 \cdot Ap \cdot Ip \cdot t$
Período de Retorno (anos)	5,00
Ip - Intensidade Pluviométrica (mm/h)	180,00
Ap - Área de Contribuição (m²)	5122,04
t - tempo, igual a 1h (t)	1,00
V - Volume (m³)	138,30

Fonte: Autor, 2023.

A área de contribuição utilizada é referente a toda área impermeável do terreno. Devido às imposições normativas, o período de duração da chuva foi estabelecido em uma hora, e a água armazenada no reservatório só poderia ser direcionada para a rede pública de drenagem após esse período. Com isso, o volume de armazenamento requerido para o empreendimento foi de 138,30 m³ para 01 (uma) hora de chuva.

4.2.3.3 Dados pluviométricos

Os dados pluviométricos utilizados, foram obtidos a partir do Banco de Dados Meteorológicos para o município de Manaus AM disponíveis no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foram utilizados os dados da estação MANAUS (COD A101), altitude de 61,25 metros, latitude -3,103° e longitude – 60,016°.

Foram utilizados valores de pluviometria referente a uma série histórica de 10 anos, no período de 2013 a 2022, por ser o período usado no projeto das soluções. A Tabela 8 apresenta a máxima precipitação a cada mês, em milímetros de chuva.

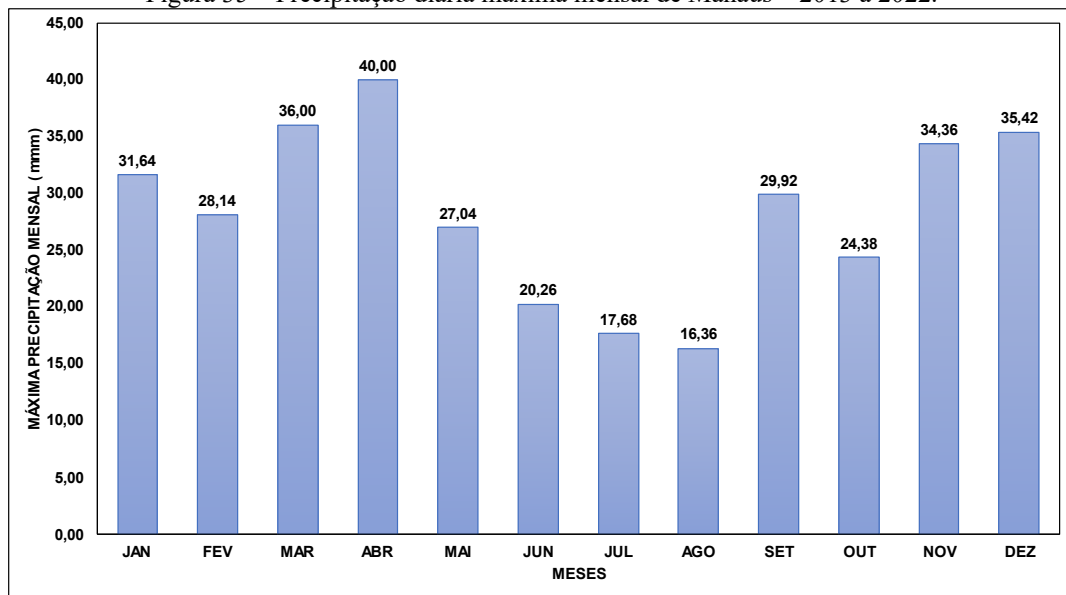
Tabela 8 - Dados de pluviosidade (mm) da cidade de Manaus/AM.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Média diária, anual
JAN	37,40	28,40	33,60	18,80	39,00	29,80	19,40	39,60	32,40	38,00	31,64
FEV	33,40	18,60	24,80	21,60	24,40	40,20	33,40	26,80	34,60	23,60	28,14
MAR	33,60	38,80	33,00	20,80	33,80	21,00	41,40	53,60	46,60	37,40	36,00
ABR	58,40	24,40	15,80	53,20	34,60	39,00	18,60	72,20	16,20	67,60	40,00
MAI	22,20	39,20	34,40	14,80	24,80	26,00	43,20	26,60	26,80	12,40	27,04
JUN	6,00	34,40	22,20	17,80	18,40	17,40	10,80	23,60	26,20	25,80	20,26
JUL	19,80	8,80	8,40	17,80	13,20	18,20	26,60	15,00	35,80	13,20	17,68
AGO	15,40	16,60	3,80	22,40	9,40	7,00	16,60	18,20	45,00	9,20	16,36
SET	60,60	0,40	11,00	23,40	24,00	31,00	80,80	35,80	29,40	2,80	29,92
OUT	24,20	24,60	12,00	24,40	21,40	21,20	32,40	23,40	26,60	33,60	24,38
NOV	27,40	28,60	17,80	50,00	56,60	34,00	28,20	43,60	45,80	11,60	34,36
DEZ	12,80	20,40	18,80	59,40	38,40	28,40	16,60	40,60	34,00	84,80	35,42

Fonte: Adaptado do INMET, 2023.

A Figura 35 apresenta a precipitação média máxima de cada mês, ao longo dos 10 anos analisados. Nela observa-se o comportamento hidrológico da precipitação na cidade Manaus-AM, em que os meses de março, abril, novembro e dezembro apresentaram os maiores valores de precipitação máxima diária na série, que permitiu uma análise mais completa da eficácia das soluções diante a eventos intensos de precipitação.

Figura 35 – Precipitação diária máxima mensal de Manaus – 2013 a 2022.



Fonte: Adaptado do INMET 2023.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 RESERVATÓRIO VERTICAL EM TUBOS

Como já foi citado, a aprovação dos projetos de drenagem se deu no andamento das obras e houve a discrepância entre o projeto originalmente proposto e a versão autorizada pelo órgão regulador, portanto, o serviço de construção acabou não executado pela empresa contratada inicialmente e a obra deverá ser executada em outro contrato futuramente.

Apesar do projeto não ter sido executado conforme planejado, este fato não se configurou como um impeditivo para o procedimento de regularização e obtenção do Habite-se do habitacional. Isso se deve à existência da Lei Complementar nº 003, de 16 de janeiro de 2014 que dispõe sobre o Código de Obras e Edificações do município de Manaus, em seu artigo 106 diz: “os projetos para condomínios de unidades autônomas com 48 (quarenta e oito) ou mais unidades residenciais deverão ser submetidos à consulta prévia do meio ambiente e pelo sistema viário urbano”.

Tal abordagem, tornou o Estudo de Impacto de Vizinhança e suas eventuais contribuições dispensáveis para o processo de regularização do residencial, visto que o mesmo conta com 32 (trinta e dois) unidades habitacionais, e embora os projetos de drenagem tenham sido aprovados com a solução para amortecimento do escoamento pluvial, a ausência do Termo de Execução de Drenagem não foi um impeditivo para seguir adiante com o processo de regularização e emissão da certidão de Habite-se.

No conjunto habitacional, foi observado que o projeto em questão ainda não havia sido implantado, conforme mostra a Figura 36. Ao avaliar o local antes da implementação das soluções planejadas, permitiu uma análise inicial das condições existentes.

Figura 36 - Fachada do edifício onde será implementada o RVT.



Fonte: Autor, 2023.

Dentre as quais, destacam-se as principais dúvidas e preocupações dos moradores em relação à implantação do sistema RVT no Parque Residencial, que abrangem uma variedade de temas, desde a segurança hídrica e qualidade da água até considerações sobre custos, sustentabilidade ambiental e participação da comunidade, conforme Quadro 10. Como aproveitamento de águas pluviais é uma abordagem sem históricos anteriores em habitações de interesse social do PROSAMIM e no novo programa PROSAMIN+, a compreensão dessas preocupações dos moradores desempenha um papel crucial no sucesso e aceitação desse sistema.

Quadro 10 - Questionamentos apresentados pelos moradores.

Nº	Tema	Questionamentos dos Moradores
1	Qualidade da Água	Se o sistema é destinado unicamente para uso não-potável?
2	Manutenção e Custos	Quem será responsável pela manutenção do sistema e quais os custos associados?
3	Custos e Benefícios Individuais	Como o sistema afetará as contas de água dos moradores e se haverá benefícios econômicos individuais?
4	Sustentabilidade Ambiental	Como o sistema afetará o meio ambiente local e é sustentável a longo prazo?
5	Educação e Conscientização	Como o sistema funciona e como os moradores podem contribuir para seu uso eficaz?
6	Riscos de Inundações	Como o sistema lida com chuvas intensas e o risco de inundações?
7	Benefícios Coletivos	Como o sistema contribuirá para melhorias no conjunto habitacional?

Fonte: Autor, 2023.

O Quadro 10 enfatiza as apreensões dos residentes, sendo os aspectos sociais e econômicos inerentes à futura implementação do sistema. Essas indagações se mostram plenamente justificáveis, considerando que os recém-moradores do habitacional Rodrigo Otávio vêm de uma realidade totalmente diferente: comunidades de baixa renda e zonas vulneráveis a alagamentos.

Nessas localidades, as famílias enfrentavam desafios significativos relacionados à segurança hídrica e fragilidade social. Tornando-se de fácil compreensão o motivo pelo qual as pessoas nutrem questionamentos e até receio à viabilidade de manutenção, custos associados e benefícios sociais decorrentes de tais sistemas. Em muitos casos, as famílias se deparam com outras prioridades e inquietações imediatas, a exemplo de questões ligadas à segurança, saúde e emprego, e os encargos de manutenção do sistema podem acabar representando um ônus financeiro adicional.

Para uma família com renda de R\$ 1.600,00 há um comprometimento de renda de 24,56% percentual que tende a aumentar conforme é menor a renda, dada a expressividade dos demais gastos frente à prestação (Cardoso; Santos, 2020). De acordo com Grenzel et al. (2018), os custos anuais de manutenção predial e uso variam de 1% a 2% do custo de construção da edificação.

5.1.1 RVT como instrumento de aproveitamento de águas pluviais

Para determinar o potencial de aproveitamento de água de chuva da área de estudo I. Para tal, buscou os dados pluviométricos diários apresentados na Tabela 7 anteriormente. A

disponibilidade teórica de água de chuva foi estimada pela metodologia disponível na ABNT NBR 15527/2009, apresentada na Equação 1.

$$V_{disp} = P \times A \times C \times \eta_{cap} \quad (1)$$

V_{disp} : volume disponível (L);

P: precipitação (mm);

A: área de cobertura (m²);

C: coeficiente de escoamento superficial;

η_{cap} : fator de captação.

Conhecendo o caráter impermeável da superfície da cobertura, foi adotado valor de coeficiente de escoamento superficial igual a 1,0. Na falta de informações sobre a eficiência do sistema, adotou-se fator de captação (η_{cap}) igual a 0,85, recomendado para essas situações, de acordo com a NBR 15527/2009. Sabendo que o produto entre a lâmina d'água (mm) e a área de cobertura (m²) resulta em volume (L).

Ao consultar a ABNT NBR 15527:2009, acatou-se a sugestão da norma e estabeleceu que a lâmina de descarte inicial (*first flush*) igual a 2 mm, ou seja, seriam descartados 2 mm, volume que nem sequer deveriam ingressar ao sistema.

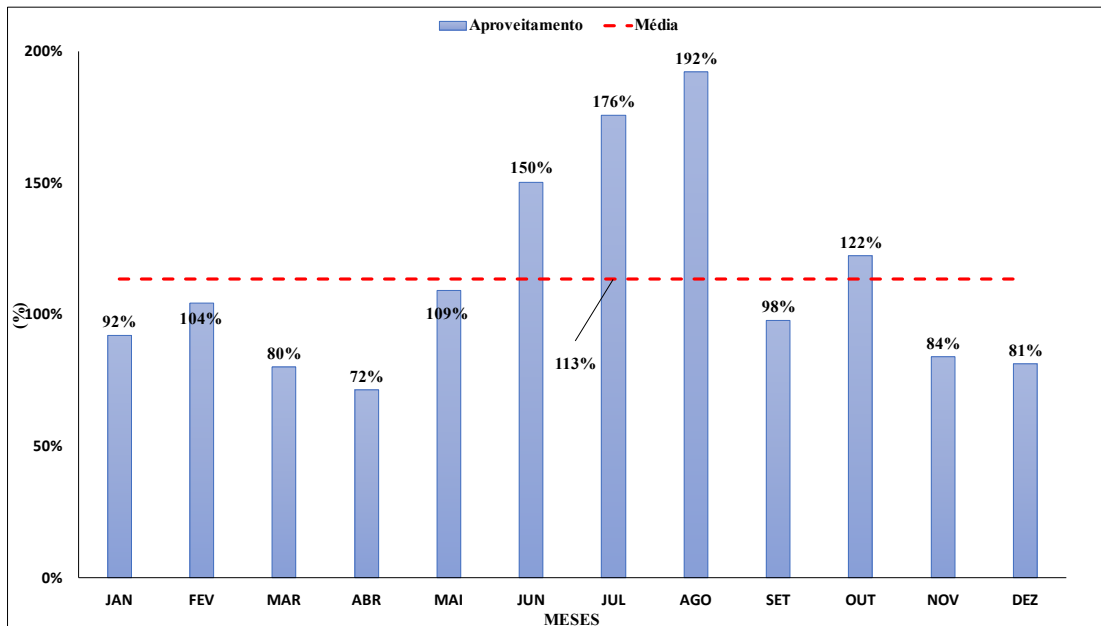
A Tabela 9 apresenta o cálculo para disponibilidade teórica de água de chuva, de acordo com a NBR 15527/2009.

Tabela 9 - Cálculo do volume de captação de água pluvial possível.

MÊS	PRECIPI TAÇÃO (mm)	A (m ²)	VOLUME				CAPACIDA DE DO SISTEMA (L)
			PRECIPITA DO COBERTUR A (L)	VOLUME DISPONÍV EL (L)	VOLUME DESCARTA DO (L)	VOLUME APROVEITÁ VEL (L)	
JAN	31,64	747,8	23661,7	20112,4	1495,7	18616,7	17120,0
FEV	28,14	747,8	21044,2	17887,6	1495,7	16391,9	17120,0
MAR	36,00	747,8	26922,2	22883,9	1495,7	21388,2	17120,0
ABR	40,00	747,8	29913,6	25426,6	1495,7	23930,9	17120,0
MAI	27,04	747,8	20221,6	17188,4	1495,7	15692,7	17120,0
JUN	20,26	747,8	15151,2	12878,6	1495,7	11382,9	17120,0
JUL	17,68	747,8	13221,8	11238,5	1495,7	9742,9	17120,0
AGO	16,36	747,8	12234,7	10399,5	1495,7	8903,8	17120,0
SET	29,92	747,8	22375,4	19019,1	1495,7	17523,4	17120,0
OUT	24,38	747,8	18232,3	15497,5	1495,7	14001,8	17120,0
NOV	34,36	747,8	25695,8	21841,4	1495,7	20345,7	17120,0
DEZ	35,42	747,8	26488,5	22515,2	1495,7	21019,5	17120,0

Fonte: Autor, 2023.

Figura 37 - Eficiência do RVT em captar os volumes das precipitações máximas.



Fonte: Autor, 2023.

Pela Figura 37, observa-se que na maioria dos meses a solução consegue atender o volume escoamento pelos telhados, conseguindo armazenar em média, de 113% do escoamento anual, reduzindo com isso, o escoamento gerado pela área de cobertura do empreendimento.

O uso de água da chuva para fins não potáveis pode reduzir as contas de água, aliviando o peso financeiro sobre essas famílias de baixa renda, o aproveitamento de água da chuva ajuda a reduzir a demanda por água tratada. Dado o contexto de limitações orçamentárias e a necessidade de economia, o aproveitamento de água da chuva oferece uma solução econômica, sendo uma prática que se alinha com as características dos moradores de habitações de interesse social, proporcionando benefícios financeiros significativos. A Tabela 10 apresenta a economia anual gerada, considerando a utilização de 100% do volume disponível para atividades não potáveis, ao final do ano, há uma economia de R\$ 554,28 com o consumo de água potável para essas atividades.

Tabela 10 – Economia na tarifa de conta d'água.

VOLUME (m ³)	TARIFA SOCIAL (R\$/m ³)	CUSTO MENSAL (R\$/mês)	CUSTO ANUAL (R\$/ano)
17,12	2,698	46,19	554,28

Fonte: Autor, 2023.

Quando a chuva precipita, a água é coletada pelas calhas e direcionada para o reservatório vertical. Isso evita que a água da chuva seja escoada diretamente no sistema de drenagem, e permite seu uso posterior como, irrigação de jardins, lavagem de carros e outras finalidades não potáveis. Apresenta-se, portanto, como uma solução promissora e sustentável para o aproveitamento da água pluvial observado pelo pesquisador.

No entanto, para o empreendimento em questão, não há a garantia da qualidade da água e sua adequação para fins não potáveis, porque não foi previsto, em projeto, algum dispositivo para descarte da primeira chuva e também não há a indicação do sistema de filtragem.

Segundo Dalpaz et al. (2019) a água oriunda de chuvas normalmente não exige formas de tratamento tão complexas, por conter menos poluentes do que a água cinza, por exemplo. Conforme a ABNT NBR 15527:2019 é recomendada a instalação de dispositivos para remoção de sólidos indesejáveis e de dispositivos para descarte da água do escoamento inicial, para garantir os padrões mínimos de qualidade para os usos não potáveis (Tabela 11).

Tabela 11 - Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis.

Parâmetro	Valor
Escherichia coli	< 200 / 100 mL
Turbidez	< 5,0 uT
pH	6,0 a 9,0

Fonte: NBR 15527, 2009.

A indicação de restrições ao uso também precisa ser citada aqui, em virtude de uma solução sem históricos em residenciais em Manaus, as tubulações devem ser claramente diferenciadas das tubulações de água potável. Para tanto, recomenda-se que sejam adesivadas com dizeres “ÁGUA NÃO POTÁVEL”, assim como os pontos de consumo, que devem ser de uso restrito e igualmente adesivado, conforme Figura 38.

Figura 38 - Sugestão de identificação gráfica para peças e pontos de utilização de água não potável.



Fonte: NBR 16783, 2019.

Recomenda-se que um programa de uso, operação e manutenção do RVT seja disponibilizado e orientado. Os procedimentos de como deve ser executada a manutenção de todo o sistema deve ser apresentado aos moradores, pode-se adotar as recomendações da norma, devem ser realizadas inspeções e manutenções periódicas de todos os componentes do sistema, a manutenção em todo o sistema de aproveitamento e água de chuva de acordo conforme o Quadro 11.

Quadro 11 - Periodicidade de manutenção indicada pela normativa brasileira.

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Calhas	Inspeção semestral Limpeza quando necessário
Área de captação, condutores verticais e horizontais	Inspeção semestral Limpeza quando necessário

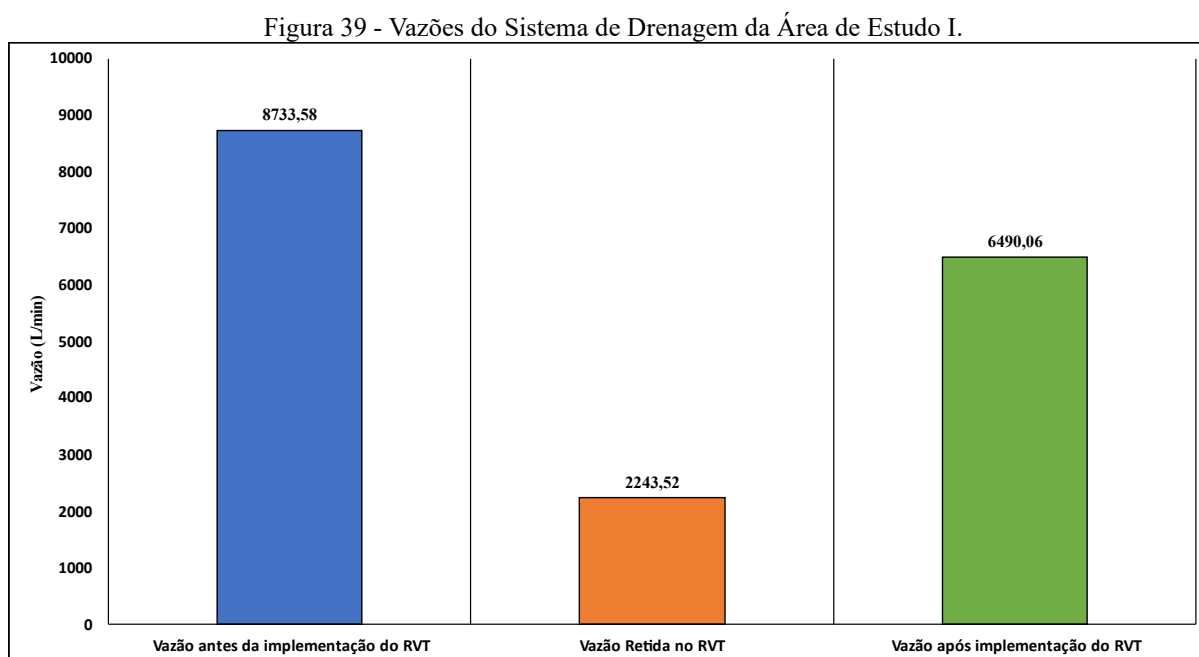
Fonte: NBR 15527, 2009.

A operação do dispositivo ocorreria de maneira manual, requerendo a atuação de um ou vários moradores designados. Pela operação do reservatório não ocorrer de forma autônoma, estes indivíduos têm a responsabilidade de esvaziar o reservatório após cada evento de chuva, a menos que toda água seja direcionada para outros usos não potáveis. Essa prática visa manter o RVT vazio, minimizando os potenciais riscos sanitários, como a criação de locais propícios à proliferação de mosquitos transmissores de doenças, e riscos ambientais, como a possibilidade de impactos negativos nos ecossistemas locais, preservando assim a saúde e o bem-estar dos moradores do residencial.

5.1.2 RVT como sistema de retardo ao escoamento pluvial

Aplicando o Método Racional para a área de cobertura, considerando uma chuva de 180 mm/h com tempo de recorrência de 05 anos, obtém-se que a vazão de escoamento superficial gerada é de 2243,52 L/min na cobertura total da edificação.

Considerando o volume de armazenamento total do RVT de 17,12 m³, para o enchimento completo do reservatório com a vazão do telhado, tem-se que são necessários 7,63 min para o enchimento completo do sistema. Direcionar a vazão dos telhados (2243,52 L/min) para o reservatório pode, então, reduzir em até 26% o escoamento superficial do empreendimento, saindo de 8733,58 L/min e atingindo valores da 6490,06 L/min, em eventos de precipitação de recorrência de até 05 anos, conforme a Figura 39 a seguir.



Fonte: Autor, 2023.

5.1.3 Estudos de caso

O RVT pode ser entendido então, como uma espécie de cisterna vertical, que se apresenta como uma solução promissora para o aproveitamento de águas pluviais e, também, pode ser integrado a um sistema de retardo do escoamento pluvial. Essa abordagem é benéfica em termos de conservação de recursos hídricos, redução do impacto ambiental e contribuição para a gestão sustentável da água.

Os Quadros 12, 13 e 14 a seguir apresentam soluções similares implantadas no país e seus principais impactos.

Quadro 12 - Sistema de captação e reservação de água pluvial em habitação de interesse social: estudo de caso em Cornélio Procópio/PR.

Título: PROPOSIÇÃO DE SISTEMA DE CAPTAÇÃO E RESERVAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA USOS NÃO POTÁVEIS COMO COMPONENTE DE PROJETO PADRÃO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: ESTUDO DE CASO DE EMPREENDIMENTO EM CORNÉLIO PROCÓPIO/PR	
Autora: Bruna Raquel Venturini Pierotti (2021)	
Características do Projeto	Descrição
Localização	Cornélio Procópio/RS
Tipo de Edifício	Residência Unifamiliar
Área de Telhado	69,06 metros quadrados
Capacidade da Cisterna	400 litros
Uso da Água da Chuva	Irrigação de Jardim, Vasos Sanitários
Benefícios	Redução do escoamento superficial gerado pelas coberturas em até 33 %

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 13 - Sistema de captação e reservação de água pluvial: estudo de caso em Santa Maria/RS.

Título: ASSOCIAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS AO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	
Autor(a): Verônica Locatelli Vielmo (2021)	
Características do Projeto	Descrição
Localização	Santa Maria/RS
Tipo de Edifício	Residência Unifamiliar
Área de Telhado	108,39 metros quadrados
Capacidade da Cisterna	2100 litros
Benefícios	Atingiu o valor de 55,79 % de eficiência no atendimento à demanda para atividades não-potáveis.

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 14 - Sistema de captação e reservação de água pluvial para aplicação em hortas urbanas em Jóia/RS.

Título: COLETA E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA EM CISTERNA, SEU TRATAMENTO E APLICAÇÃO EM HORTAS URBANAS	
Autor(a): Elessandro de Oliveira Carneiro (2021)	
Características do Projeto	Descrição
Localização	Jóia/RS
Tipo de Edifício	Residência Unifamiliar
Área de Telhado	28,00 metros quadrados
Capacidade da Cisterna	1000 litros
Benefícios	O propósito de utilização da água provinda das chuvas e reservada em uma cisterna é a irrigação de uma horta urbana.

Fonte: Autor, 2023.

Os reservatórios surgem como uma solução multifacetada com impactos significativos nas comunidades onde foram implantados. Além de seu papel fundamental no armazenamento de água pluvial, fornecendo uma fonte acessível e confiável de água para uso não potável, essas estruturas também têm o potencial de gerar renda e emprego local por meio de sua instalação e operação.

5.2 RESERVATÓRIO DE RETENÇÃO

Inicialmente considerou-se a possibilidade de utilizar o Reservatório de Vertical em Tubos (RVT) novamente para o Parque Residencial Maués. No entanto, com o aumento da quantidade de blocos habitacionais no projeto, verificou-se que os custos associados à implantação só do RVT se tornariam economicamente inviáveis para essa obra, atingindo valores da próximos de R\$ 745,8 mil⁹ conforme Tabela 12.

Tabela 12 - Custo de implantação por fachada.

Reservatório Vertical em Tubos	Custo (R\$)
12 fachadas	745.799,90

Fonte: Autor, 2023.

Diante desse cenário, buscou-se uma alternativa mais adequada às necessidades da localidade, optando pela opção descartada no empreendimento anterior, o reservatório de retenção.

⁹ Custo estimado em função do valor por fachada R\$ 62.149,99 indicado na Tabela 5.

Com o volume de 138,30 m³ calculado, conforme Tabela 7, a questão relativa à localização para a implantação permanecia indefinida, o desafio voltou novamente para a questão de espaço disponível em função de não se considerar o reservatório na fase de concepção do projeto, emergiu a necessidade de ponderar entre a exclusão de um bloco habitacional, o que se traduziria em uma diminuição do número de unidades residenciais destinadas aos futuros moradores, ou a eventual implantação do reservatório em localização fora dos limites da área definida para a obra (Figura 40).

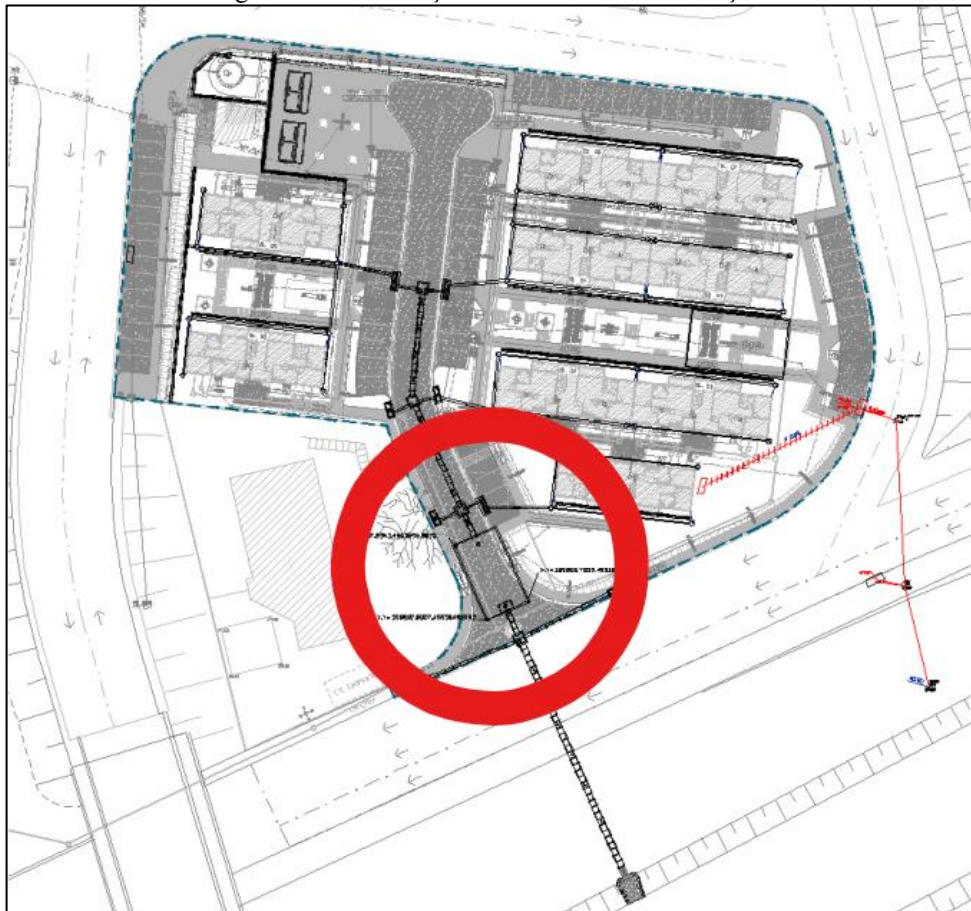
Figura 40 - Hipótese inicial para locação do reservatório de retenção.



Fonte: UGPE, 2023.

Após análise minuciosa em busca da melhor alternativa, foi deliberado por parte da equipe de projeto um consenso em relação à alocação de 60% do volume previamente calculado para fins de retenção. Essa flexibilização permitiu a disposição do reservatório dentro dos limites do empreendimento sem acarretar a redução da capacidade habitacional oferecida, sendo a manutenção do reservatório de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Manaus. A Figura 41 mostra a nova localização do Reservatório de Retenção na área do empreendimento.

Figura 41 - Localização do reservatório de retenção.



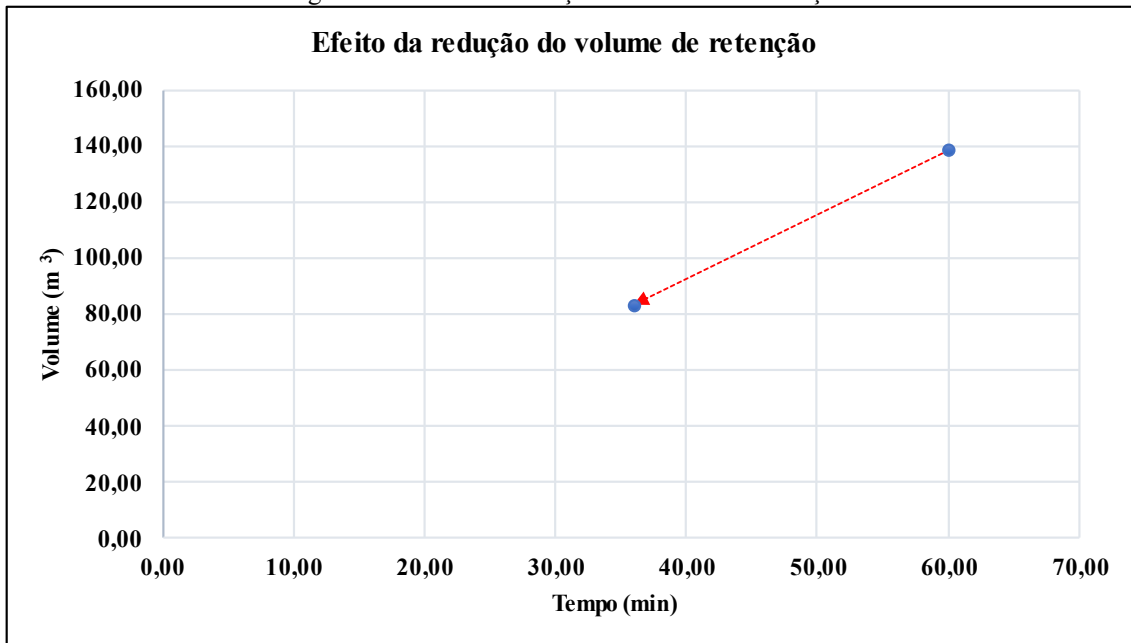
Fonte: UGPE, 2023.

O reservatório de retenção foi então projetado para reter um volume $83,00 \text{ m}^3$, com as seguintes dimensões:

- Largura: 6,70m;
- Comprimento: 12,40m;
- Altura Útil: 1,00m.

A redução no volume de armazenamento implementada no projeto resultou em uma diminuição no período de retenção do escoamento pluvial, de 01 hora passou para 36 min, conforme Figura 42.

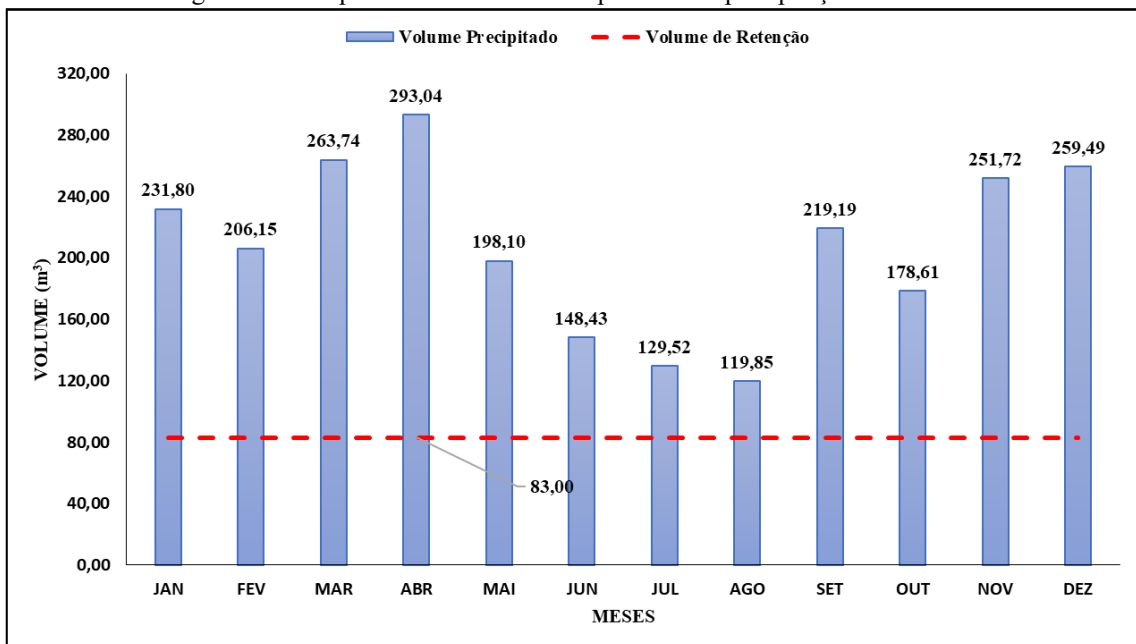
Figura 42 - Efeito da redução do volume de retenção.



Fonte: Autor, 2023.

A redução do tempo de retenção, influencia diretamente na resposta às precipitações máximas, principalmente no que se refere à sua capacidade de retenção. O volume a ser implantando apresenta, em média, uma capacidade de reter apenas 43% do volume das precipitações máximas, conforme apresentado na Figura 43.

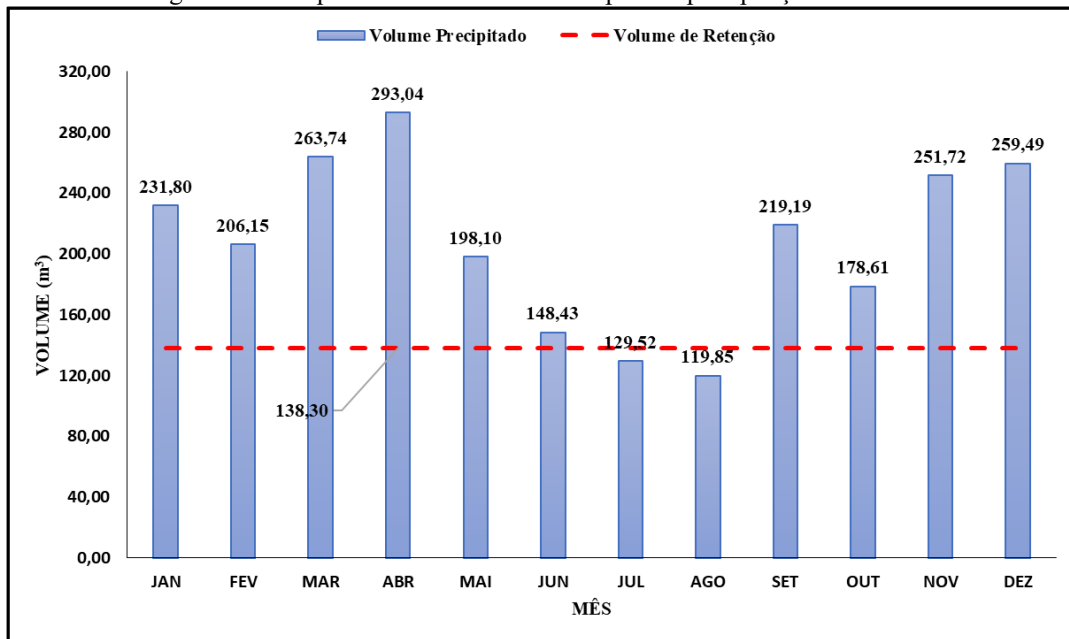
Figura 43 – Resposta do reservatório implantado às precipitações máximas.



Fonte: Autor, 2023.

Há uma diferença de 29% no rendimento do sistema a ser implantado e o sistema ideal previamente calculado. Para o tempo de retenção de 1h, com o volume de 138,30 m³ a capacidade de retenção do volume das precipitações máximas aumenta, em média, para 72%, conforme apresentado na Figura 44.

Figura 44 – Resposta do reservatório ideal para as precipitações máximas.



Fonte: Autor, 2023.

Conforme as informações levantadas por Nakazone (2005) o Quadro 15 apresenta as causas e efeitos relacionados a esses reservatórios e fornece uma compreensão clara dos impactos decorrentes da sua implantação em conjuntos habitacionais de interesse social na cidade de São Paulo.

Quadro 15 - Impactos dos reservatórios de retenção em conjuntos habitacionais de São Paulo.

Causa	Efeito
Reservatórios de retenção cheios	- Más condições dos dispositivos de saída, embora não totalmente obstruídos, indicam grande produção de resíduos sólidos e falta de manutenção adequada no conjunto habitacional.
Falta de informação dos moradores	- Moradores não compreendem a função dos reservatórios de retenção, e não esperam arcar com a responsabilidade e custos de manutenção.
Aumento da qualidade da água à jusante	- Benefício para o sistema de drenagem a jusante com a melhoria da qualidade da água proveniente dos reservatórios de retenção.
Demanda de manutenção	- A população não compreende que a manutenção predial, não é de responsabilidade da companhia, mas sim dos próprios moradores.
Deposição de sedimentos finos	- Contribuição dos reservatórios na melhoria da qualidade da água dos córregos e rios.
Sistema simples de manutenção	- A prefeitura não enfrentará grandes problemas de manutenção, consistindo principalmente na limpeza do material acumulado durante as cheias.
Controle do nível da água por alguns condomínios	- Queixas sobre a falta de um sistema que facilite a utilização da água e sobre a formação de lodo nos reservatórios.

Fonte: Adaptado de Nakazone, 2005.

Observa-se que os resultados das vivências práticas associadas aos reservatórios de detenção em conjuntos habitacionais estudados por Nakazone (2005) apresentaram-se predominantemente desfavoráveis, variando em intensidade, o que ressalta a importância de aprofundar a investigação nessa temática, notadamente diante do crescente acatamento das normas legais pertinentes, principalmente, nos próximos conjuntos habitacionais do programa PROSAMIN+ que contarão com esse sistema.

A preocupação, no entanto, é que a falta de manutenção e limpezas periódicas possam acarretar a proliferação de animais vetores de doenças, perda da capacidade de armazenamento em função do acúmulo prolongado de sedimentos e, principalmente, na obstrução dos orifícios de saída em função da poluição gerada no residencial, aumentando o risco sanitário.

A manutenção dos sistemas, sob responsabilidade dos moradores, é um item potencialmente crítico na implantação de soluções de retenção. As fragilidades nestas duas soluções corroboram à inoperância do sistema, quando não há situações de risco – “o bom funcionamento do sistema de drenagem depende de manutenção permanente” (Nakazone, 2005).

Conforme o contexto, observa-se que apesar de uma obrigação imposta pela legislação municipal de Manaus, conforme Anexo B, é importante observar que nem no município, nem no Estado existe legislação que estabeleça as normas específicas para a competência legal na manutenção dos dispositivos de retardo do escoamento de águas pluviais.

Um sistema de drenagem para o planejamento das cidades depende de informações históricas dos eventos hidrológicos e das características do território (Sugahara; Ferreira; Guedes, 2022). Contudo, a administração pública ainda não apresenta estudos técnicos e plano diretor de drenagem urbana que representem às externalidades da região.

Neste contexto, o Diagnóstico Temático sobre Drenagem e Gestão de Águas Pluviais Urbanas (SNIS, 2021) destaca a importância de ter acesso a informações relacionadas ao clima, topografia, impermeabilização do solo, geologia, regime pluviométrico, estado dos cursos d'água, entre outros fatores. Entretanto, também reconhece que há desafios significativos no monitoramento e previsão do comportamento dessas variáveis externas.

Assim, ao se desconsiderar as externalidades, os parâmetros hidrológicos e o comportamento dessas e de outras variáveis, acabam por influenciar o desempenho esperado do sistema de drenagem. Nesse contexto, é fundamental que a administração pública adote uma postura proativa a fim de alcançar os objetivos estabelecidos. Por exemplo, legislação que descrevam orientações para elaboração de projeto de mecanismo de contenção de cheias, ou o próprio Plano Diretor de Drenagem Urbana para o município.

Segundo Pedrosa et al. (2021), o aprimoramento da drenagem urbana, com foco na sustentabilidade e integração de sistemas naturais e urbanos, requer estudos e estratégias inovadoras, mas muitas vezes é limitado pela escassez de recursos financeiros e pela inércia estatal e, portanto, é fundamental que o planejamento da drenagem urbana seja intrinsecamente ligado ao planejamento urbano, considerando, aspectos como expansão da cidade, zoneamento ambiental, gestão das águas pluviais e paisagismo, para promover um desenvolvimento urbano mais sustentável e eficaz.

O Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU) é um importante instrumento de gestão que estabelece diretrizes e estratégias para a gestão dos sistemas de drenagem em áreas urbanas, com o objetivo principal de prevenir e minimizar os impactos de enchentes e inundações, garantindo a segurança dos moradores e a preservação do meio ambiente (De Almeida et al., 2023).

Entretanto, ao focar atenção na segmentação específica relacionada à implementação de soluções de retenção em habitações de interesse social, torna-se notável o pouco avanço de resultados e debates nesse campo específico.

No contexto da drenagem urbana e da proteção do meio ambiente, o Brasil tem historicamente adotado estratégias não estruturais eficazes. No entanto, uma notável exceção a essa tendência é o Estado do Amazonas, em especial a cidade de Manaus. Apesar de já possuir, desde 2007, uma legislação dedicada ao uso responsável da água em edifícios e à implementação de soluções para controlar o fluxo de água da chuva, essas regras não têm sido aplicadas de forma generalizada, especialmente, em áreas de habitação social.

A introdução do Reservatório Vertical em Tubos (RVT) na drenagem urbana apresenta desafios significativos, pois é um dispositivo relativamente novo e desconhecido tanto para profissionais quanto para a população em geral. A necessidade de esclarecer sua finalidade e funcionamento é crucial, uma vez que a falta de compreensão pode resultar em desafios financeiros, especialmente em unidades habitacionais maiores, devido às despesas associadas à infraestrutura necessária para a captura e armazenamento de água. Isso, por sua vez, tende a elevar o custo relativo por fachada em comparação com outras soluções, tornando-o menos acessível para volumes maiores de água.

Não obstante, a não conformidade do RVT com a NBR 15527/2009, aplicável à gestão e ao aproveitamento de águas pluviais em edificações, apresenta desafios adicionais. Essa não conformidade está relacionada à ausência de dispositivos de tratamento e desinfecção, à falta de estratégias para verificar a qualidade da água e à ausência de um cronograma de manutenção, o que pode afetar significativamente a eficácia e a segurança do sistema. Portanto, a falta de

adesão à norma representa um obstáculo importante para a implementação bem-sucedida do RVT como uma solução de aproveitamento de águas pluviais em edificações, destacando a necessidade de abordar essas questões para uma utilização mais eficaz e segura do RVT na drenagem urbana.

Enquanto o Reservatório de Retenção oferece benefícios, sendo um deles a redução de custos associados a volumes maiores de retenção. No entanto, a redução no volume do reservatório tem uma consequência direta: a diminuição da capacidade de amortecimento das vazões de pico. A justificativa para essa redução de volume associada à natureza habitacional do projeto, mas é importante ter em mente que tal escolha pode impactar negativamente a eficácia do sistema, tornando-o menos capaz de amortecer os impactos ocasionados por eventos de chuvas intensas.

É fundamental avaliar com cuidado a relação entre aspectos de sustentabilidade, economia de custos e a capacidade de gerenciar vazões pluviais ao considerar a redução do volume do Reservatório de Retenção. Embora a economia seja um fator relevante, é importante pesar esse benefício contra as consequências que a diminuição do volume pode ter na capacidade do sistema em enfrentar picos de precipitação, a fim de tomar decisões informadas e equilibradas no planejamento de projetos de retenção de água.

Além disso, a incerteza em relação à capacidade e experiência no âmbito municipal para cumprir sua responsabilidade na manutenção dessas estruturas agrava ainda mais a situação. Logo, é necessário não apenas sensibilizar a comunidade e os profissionais, mas também fortalecer a capacidade dos órgãos municipais responsáveis para garantir a manutenção adequada dessas estruturas, a fim de preservar o espaço físico e o bem-estar da sociedade. A deficiência na manutenção das estruturas de controle de inundações, tem como consequência danos significativos ao espaço físico que afetam diretamente a sociedade.

A manutenção do reservatório coloca em destaque a necessidade de transparência e informações claras ao cumprimento dessa atividade. A ausência de informações suficientes a respeito fragiliza a eficácia da manutenção, o que, por sua vez, tem um impacto direto nas estruturas de controle de inundação e, conseqüentemente, na comunidade afetada. Portanto, além de sensibilizar a população e os profissionais, é essencial abordar a questão da expertise dos órgãos responsáveis pela manutenção e garantir que ela esteja em posição de cumprir suas obrigações com eficiência, a fim de proteger o espaço físico e o bem-estar da sociedade de maneira eficaz.

Consoante com as abordagens feitas ao longo do estudo, observou-se que o Reservatório de Retenção se mostrou a solução mais adequada para a retenção da vazão de

escoamento superficial em residências de interesse social. Primeiro, porque é uma solução que apresenta menores custos associados a volumes maiores de retenção de água frente ao Reservatório Vertical em Tubos (RVT), isso significa que a implementação do reservatório de retenção pode ser mais econômica em comparação com o Reservatório Vertical em Tubos (RVT), especialmente em localidades com mais unidades habitacionais. Isso pode ser um fator importante para projetos com restrições orçamentárias, que é o caso das habitações de interesse social.

Em segundo lugar, é importante salientar que o Reservatório de Retenção, em contraposição ao Reservatório Vertical em Tubos (RVT), apresenta um funcionamento praticamente autônomo, requerendo uma intervenção mínima por parte dos residentes para a drenagem após cada evento pluvial. Além disso, a gestão municipal está mais bem preparada para adquirir serviços e recursos profissionais destinados às necessidades de manutenções periódicas do sistema do que os próprios moradores, como é o caso do Reservatório Vertical em Tubos (RVT), reduzindo o risco de acúmulo de despejos que podem gerar vetores e odores e, ainda por cima uma redução dos custos para os residentes que deixarão de pagar por serviços de manutenção terceirizados.

Em relação à gestão de retardo do escoamento pluvial, é notável que o Reservatório de Retenção demonstre uma capacidade de armazenamento superior em comparação ao Reservatório Vertical em Tubos (RVT). Essa distinção se deve à implementação de uma metodologia de cálculo específica, em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela Lei Estadual 12.526/2007. Esta legislação foi elaborada com a finalidade de endereçar a problemática do elevado índice de impermeabilização do solo e a busca pelo controle da ocorrência de inundações e, como visto no estudo, se mostrou mais do que eficiente para essa finalidade.

Contudo, durante as entrevistas não estruturadas com os outros engenheiros, a implantação dos Reservatórios de Retenção em habitações de interesse social, ainda é vista com ressalvas e certa desconfiança, pois, como a estrutura organizacional do empreendimento tem caráter popular e será implementado de forma aberta e não contará com a organização do tipo condomínio, tais fatores inviabilizariam manutenções e inspeções por parte dos residentes após entrega.

O Quadro 16 a seguir, apresenta a síntese dos resultados obtidos.

Quadro 16 – Quadro resumo das soluções de retenção analisadas.

Aspecto	Reservatório de Retenção	Reservatório Vertical em Tubos (RVT)
Custos	Menores custos para maiores volumes de retenção.	Custos mais elevados para menores volumes de retenção.
Operação	Funcionamento praticamente autônomo, requer intervenção mínima.	Requer mais intervenção dos residentes para a drenagem após eventos pluviais.
Gestão da Manutenção	A gestão municipal está mais bem preparada para adquirir serviços e recursos profissionais, reduzindo o risco de acúmulo de despejos prejudiciais.	Moradores podem ter dificuldades em manter o sistema, o que pode levar ao risco de acúmulo de despejos que geram vetores e odores.
Capacidade de Armazenamento	Capacidade de armazenamento superior, graças a uma metodologia de cálculo específica em conformidade com parâmetros legais.	Capacidade de armazenamento potencialmente menor.
Controle de Inundações	Eficaz para atender às necessidades de controle de inundações, conforme estabelecido pela Lei Estadual 12.526/2007.	Eficiência em relação ao controle de inundações pode ser inferior.

Fonte: Autor, 2023.

6 CONCLUSÃO

Apesar do Brasil apresentar um vasto arcabouço de medidas não estruturais para controle da drenagem urbana, essas medidas ainda não são de implementadas em sua maioria no Estado do Amazonas, e no município de Manaus. Ao mesmo tempo que se observa uma cobrança muito grande da administração municipal para a solução dos problemas de inundações urbanas, por meio de ações corretivas e não preventivas.

De forma geral, a pesquisa buscou fazer uma análise comparativa em soluções de retenção de águas pluviais em habitações de interesse social, que poderá fornecer apoio à tomada de decisão de profissionais e gestores em futuros conjuntos habitacionais desse tipo na cidade de Manaus/AM. O estudo evidenciou a vulnerabilidade de critérios que não são adequadamente supervisionados ou são desconsiderados desde a fase de concepção até as etapas de operação e manutenção dessas soluções.

Essa vulnerabilidade levanta questões sobre a eficácia das políticas e regulamentos existentes, bem como sobre a necessidade de uma compreensão mais profunda das barreiras que impedem sua implementação efetiva, especialmente em regiões densamente povoadas e vulneráveis no município de Manaus. Uma análise mais aprofundada dessas questões é essencial para orientar.

Através do estudo realizado, foi possível observar que os sistemas propostos para os conjuntos habitacionais enfrentam desafios que estão intrinsecamente ligados a questões de projeto, voltados principalmente para tornar as soluções propostas mais flexíveis e factíveis com as restrições de seus moradores, sem perder sua principal finalidade: a retenção de águas pluviais.

Promover o uso de reservatórios não apenas aborda as necessidades básicas de água, mas também pode promover o desenvolvimento econômico sustentável e a resiliência às mudanças climáticas, tornando-se uma estratégia valiosa e integral para o progresso das comunidades.

Sendo assim, o estudo sobre a temática não se encerra nesse trabalho, uma vez que esses desafios e questões levantam oportunidades para estudos futuros que podem aprofundar o entendimento da eficácia do RVT e do Reservatório de Retenção na drenagem urbana e em sistemas de controle de inundação, bem como em abordagens de sensibilização, regulamentações e soluções de manutenção para melhorar a resiliência de cidade e dos conjuntos habitacionais de interesse social diante de eventos climáticos extremos, futuros

esforços na promoção da resiliência ambiental e na gestão apropriada das águas pluviais, visando criar um ambiente urbano mais seguro e sustentável na região.

REFERÊNCIAS

ACKERMANN, M; SAMORA, P.R., 2020. Área de preservação permanente urbana e o manejo da água: inovação, resiliência e adaptação aos eventos hidrológicos extremos. *Labor e Engenho*, 14, pp.e020007-e020007. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/view/8659862/23049>. Acesso em 23 mai. 2023.

ALMEIDA, Munique Mioshi. **Reutilização de águas pluviais para edificações residenciais de interesse social no Conjunto Habitacional João Domingos Netto em Presidente Prudente-SP**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/8be5cf0b-ed06-4fb0-b4ab-177102565a68/content>. Acesso em: 25 set. 2023.

ALVES, Luma Gabriela Fonseca. Adequabilidade e modelagem de sistemas de drenagem urbana sustentável na perspectiva do assentamento precário. 2021. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/23717/LUMA%20GABRIEL A%20FONSECA%20ALVES%20-%20TCC%20ENG.%20CIVIL%20CTRN%202021%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 08 set. 2023.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Conjuntura dos Recursos Hídricos, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/conjuntura-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: 20 ago. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Aproveitamento de Água de Chuva de Coberturas para Fins Não Potáveis. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16783: Uso de fontes alternativas não potáveis em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

AZEVEDO, Flávio Souza et al. Biorretenção: Tecnologia alternativa para manejo de águas pluviais urbanas aplicada a João Pessoa, PB. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/18164>. Acesso em: 05 set. 2023.

BALBIM, Renato; SANTIAGO, Cristine Diniz. Informal settlements. Da concepção do termo a sua transformação em agenda quente de pesquisa. *Análise cientométrica e difusão acadêmica*. 2023. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11491/4/TD_2833_Web.pdf. Acesso em: 13 out. 2023.

BARROS, Paulo Eduardo Oliveira. Instrução Normativa – LA - Nº 10 – 002 – SMMA. **Prefeitura Municipal de Ponta Grossa Secretaria de Meio Ambiente**, Ponta Grossa, julho 2020. Disponível em: https://smma.pontagrossa.pr.gov.br/download/licenciamento/10-empresendimentos-imobiliarios/10.2-implantacao-de-conjuntos-habitacionais/10.2-conjunto-habitacional-social/IN_LA_10-002_2020-SMMA.pdf. Acesso em: 18 set. 2023.

BELCHIOR, Ana Clara Celestino. **As precipitações extremas na microbacia do rio Potengi (área urbana de riachuelo): uma análise das causas e consequências do processo de inundação**. Monografia, Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/48979>. Acesso em 18 set. 2023.

BERTOLDI, Daiane et al. Estudo de implantação de cobertura verde associada à captação de águas pluviais em um modelo de habitação de interesse social (HIS), no Município de Joinville – SC. – Campus Joinville, v.47, p. 3204-7400, 2019. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/107/XXIII-SBRH0720-1-20190505-104345.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.

BOTELHO, R.G.M., 2004. Enchentes em áreas urbanas no Brasil. Seminário A questão Ambiental Urbanan: expectativas e perspectivas (CD-ROM). Universidade de Brasília–Brasília (DF). Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Rosangela-Botelho-2/publication/351118251_Enchentes_em_Areas_Urbanas_no_Brasil/links/608888b8881fa114b431ace6/Enchentes-em-Areas-Urbanas-no-Brasil.pdf. Acesso em: 28 mai. 2023.

BRASIL. 2021. Lei nº 14.118, de 12 de janeiro de 2021. Institui o Programa Casa Verde e Amarela. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/14118.htm. Acesso em: 12 out. 2023.

BRASIL. Mapeamento de riscos em encostas e margens de rio. Ministério das Cidades, 2007. Disponível em: <http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/mapeamento.pdf>. Acesso em: 06 set. 2023.

BRITO, Débora Silva. **Metodologia para seleção de alternativas de sistema de drenagem**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental de Recursos Hídricos, Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: http://icts.unb.br/jspui/bitstream/10482/3319/1/2006_Debora%20Silva%20de%20Brito.pdf. Acesso em: 22 ago. 2023.

BRITTO, Marcela; DE MELLO BAPTISTA, Gustavo M.; DE LIMA, Erondina Azevedo. O estudo dos componentes do ciclo hidrológico desde métodos tradicionais até o uso de sensoriamento remoto: uma revisão. **Paranoá**, n. 23, p. 127-146, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/25952/23015>. Acesso em 14 set. 2023.

CACCIA, Lara et al. Sustentabilidade em habitação de interesse social. **WRI BRASIL**, 1ª Edição, dez. 2017. Disponível em:

https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/Sustentabilidade-em-Habitacao-de-Interesse-Social_mar18.pdf. Acesso em 27 set. 2023.

CANHOLI, Aluísio Pardo. Drenagem urbana e controle de enchentes. **2ª Edição Revista e Ampliada**, 2014. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=BPAtCQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP25&dq=Drenagem+urbana+e+controle+de+enchentes&ots=9XtoIqWa5Z&sig=4_92iNy0s3NyDsDK_Q1enP_mhgk#v=onepage&q=Drenagem%20urbana%20e%20controle%20de%20enchentes&f=false. Acesso em: 12 ago. 2023.

CARDOSO, L. R. de A.; GRANDO, R. A.; SANTOS, L. C. dos. O IMPACTO DOS CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO PREDIAL DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2020. p. 1–8. DOI: 10.46421/entac.v18i.971. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/971>. Acesso em: 05 ago. 2023.

CARVALHO, Ana Carla Leite; DE MIRANDA ROCHA, Gilberto. Análise dos riscos e da vulnerabilidade socioambiental urbana, face ao desenvolvimento desordenado e a pressão aos recursos hídricos em Belém–PA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 18127-18142, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/8559>. Acesso em: 01 out. 2023.

CARVALHO, Angélica de Matos. **Políticas públicas de habitação antagonísticas às moradias (im)próprias na cidade Manaus/AM**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado em Sociedade Cultura na Amazônia, da Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Manaus, 2022. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/9059/7/Disserta%c3%a7%c3%a3o_Ang%c3%a9licaCarvalho_PPGSCA.pdf. Acesso em: 18 set. 2023.

CBCS. Uso Racional da Água e Habitação de Interesse Social no Estado de São Paulo. **Sumário Técnico Resumido**, São Paulo, Jan. 2011. Disponível em: http://www.cbcs.org.br/sushi/images/see_pdf/SUSHI_Sumario_Executivo_Resumido-Agua.pdf. Acesso em: 18 set. 2023.

CCGEC. Coordenação do Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal da Paraíba, 2016. Disponível em: http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/copy_of_2016.1. Acesso em: 06 set. 2023.

CDHU. Manual Técnico de Projetos, ago. 2008. Disponível em: <https://www.cdhu.sp.gov.br/documents/20143/37009/manual-de-projetos.pdf/31dc7a0a-f50c-cbf1-7ede-928708994547>. Acesso em: 20 set. 2023.

CORDEIRO, Berenice de Souza. BITTAR, Mariana. Capacidades administrativas dos municípios brasileiros para a Política Habitacional. **Ministério das Cidades**, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt->

br/assuntos/publicacoes/arquivos/arquivos/livro_capacidades_administrativas_dos_municipios_brasileiros_para_a_politica_habitacional_2012.pdf. Acesso em: 17 set. 2023.

COSTA, Marília Cristina Barata et al. Estudo da viabilidade técnica do uso de concreto permeável em pavimentos urbanos de baixo tráfego utilizando agregado graúdo regional. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v.5, n.8, 2019. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/df58/230ee1da5d30b1c6b6dc722150b69041fb25.pdf> . Acesso em 17 set. 2023.

DALPAZ, Leticia et al. Tipos e eficiência de unidades de tratamento para água pluvial: revisão de literatura. **Ambiente Construído**, v. 19, p. 207-231, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/BdnQkqjS4H8qqZ4JxmF5sgF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 01 out. 2023.

DAVIDOVITSCH, Léo. Estado da arte das técnicas de desenvolvimento de baixo impacto aplicadas no controle da drenagem urbana. 2020. Disponível em: https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2171/1/Disserta%0c3%a7%0c3%a3o_2020065.pdf. Acesso em 07 ago. 2023.

DE ALMEIDA, Graciliana Ribeiro et al. O PAPEL DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA NO CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS. In: **Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar**. 2023. Disponível em: <https://publicacoes.unifimes.edu.br/index.php/coloquio/article/view/2829>. Acesso em: 05 out. 2023.

DE CASTRO, AFONSO CELSO VANONI. PARÂMETROS PARA A OCUPAÇÃO SUSTENTÁVEL DE ÁREAS DE FUNDO DE VALE NO MEIO URBANO. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Afonso-Castro/publication/352465997_UNIVERSIDADE_PRESBITERIANA_MACKENZIE_PROGRAMA_DE_POS-GRADUACAO_EM_ARQUITETURA_E_URBANISMO_PARAMETROS_PARA_A_OCUPACAO_SUSTENTAVEL_DE_AREAS_DE_FUNDO_DE_VALE_NO_MEIO_URBANO_o_caso_da_bacia_hidrografica_d/links/60ca614f92851ca3aca72125/UNIVERSIDADE-PRESBITERIANA-MACKENZIE-PROGRAMA-DE-POS-GRADUACAO-EM-ARQUITETURA-E-URBANISMO-PARAMETROS-PARA-A-OCUPACAO-SUSTENTAVEL-DE-AREAS-DE-FUNDO-DE-VALE-NO-MEIO-URBANO-o-caso-da-bacia-hidrografica-d.pdf. Acesso em 21 set. 2023.

DE MELLO, Kaline et al. Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 270, p. 110879, 2020. Disponível em: <https://pdf.sciencedirectassets.com/272592/1-s2.0-S0301479720X00144/1-s2.0-S0301479720308094/am.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEFIaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIBemvoPUzsNfMfq8v%2FEFAAB0mbK1%2FsKMNhm4SU40EHWjAiEAz5HpmOoENoSraHXXWO0oZ4uiYbcbnCq8qm5xh9ivN>. Acesso em 13 out. 2023.

DE OLIVEIRA, Eric Watson Netto; DA SILVA, Luciene Pimentel; MARY, Wellington. Telhados verdes em habitações de interesse social e retenção das águas pluviais para drenagem urbana sustentável. **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2009. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/110/39bd464cbc68bfbaa129b1406c1463d3_06907a094e8905bf52d88396cc36d604.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

DE SOUSA FEITOSA, Francisco Fábio et al. AVALIAÇÃO DO USO DE TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO PARA ATENUAÇÃO DE PICOS DE CHEIA NA CIDADE DO CRATO-CE, BRASIL. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica**, v. 13, n. 2, p. 485-499. Disponível em: <https://revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/67637>. Acesso em: 22 set. 2023.

DEPARTAMENTO DE ESGOTO PLUVIAIS. **Plano diretor de drenagem urbana Manual de Drenagem Urbana**, set. 2005. Disponível em: http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu_doc/manualdedrenagem.pdf. Acesso em: 16 ago. 2023.

ELOY, Cláudia Magalhães et al. Habitação de interesse social no Brasil. **IDB- Inter American Development Bank**, set, 2021.

FACHIN, Paulo Angelo; PEREIRA, Adalberto Alves; THOMAZ, Edivaldo Lopes. EROSÃO POR SALPICO: PADRÕES DE CHUVA E PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM LATOSSOLO BRUNO. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Paulo-Fachin/publication/336069959_EROSAO_POR_SALPICO_PADROES_DE_CHUVA_E_PRODUCAO_DE_SEDIMENTOS_EM_LATOSSOLO_BRUNO/links/5d8ccc1e299bf10cff129479/EROSAO-POR-SALPICO-PADROES-DE-CHUVA-E-PRODUCAO-DE-SEDIMENTOS-EM-LATOSSO. Acesso: 13 out. 2023.

FEITOSA, Emanuel Fonseca Matias Aguiar. Dimensionamento e estimativa orçamentária de diferentes combinações de técnicas compensatórias de drenagem urbana em lote do município de Santa Rita-PB. 2018. Disponível em: <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2017.2/dimensionamento-e-estimativa-orcamentaria-de-diferentes-combinacoes-de-tecnicas-compensatorias-de-drenagem-urbana-em-lote-do-municipio-de-santa-rita-pb.pdf>. Acesso em 13 ago. 2023.

FONSECA, Pedro Luiz Lanzillotta da. Resiliência urbana associada aos sistemas de drenagem sustentáveis: técnicas compensatórias em manejo de águas pluviais. 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/9dcf9762-ed49-4e6b-a89a-bf8a254d45a5/content>. Acesso em: 12 set. 2023.

FRITZEN, Maycon. BINDA, Andrey Luis. Alterações no ciclo hidrológico em áreas urbanas: cidade, hidrologia e impactos no ambiente. **Revista Ateliê Geográfico**, v.5, n.3, p.239-254, 2011.

FROTA, K.P.P., 2017. Igarapé do Quarenta: A reprodução do espaço e seus agentes sociais. Somanlu: Revista de Estudos Amazônicos, 13(2). Disponível em:

<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/somanlu/article/view/4018/3419>. Acesso em: 29 mai. 2023.

FUNASA. Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. **Plano Municipal de Saneamento Básico**, 2018. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/300120/Drenagem+e+Manejo+das+%C3%81guas+Pluviais+Urbanas.pdf/72c03623-99ee-40d8-b1e8-107c182daf8e?version=1.0>. Acesso em: 16 ago. 2023.

GRENZEL, Lucas Yagor Dos Santos et al. ESTUDO SOBRE AS MANUTENÇÕES REALIZADAS NO LOTEAMENTO AUXILIADORA II. **Salão do Conhecimento**, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Aglomerados Subnormais 2019: Classificação preliminar e informações de saúde para o enfrentamento à COVID-19. Rio de Janeiro-RJ. 1ª ed. IBGE, 2020. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101717_apresentacao.pdf. Acesso em: 13 out. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/manaus.html>. Acesso em: 23 mai. 2023.

IMPLURB. Legislação Urbanística Ambiental: Plano Diretor Urbano e Ambiental de Manaus e suas Leis Complementares. Prefeitura de Manaus, 2021. Disponível em: <https://www.manaus.am.gov.br/implurb/wp-content/uploads/sites/13/2023/06/LEGISLACAO-URBANISTICA-MUNICIPAL-PLANO-DIRETOR-E-AMBIENTAL-DE-MANAUS-E-SUAS-LEIS-COMPLEMENTARES-Versao-01.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2023.

INGUGGIATO, Felipe Facci et al. O Estudo de Impacto de Vizinhança como ferramenta de Gestão Urbana em Municípios Paulistas de Médio Porte (100 mil a 400 mil habitantes). **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v.13, 2021.

INIC. Ciência Saúde e Tecnologia: agentes de transformação e conscientização da sociedade, out. 2021. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2021/anais/indice_geral.html. Acesso em: 20 ago. 2023.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA. Termo de referência para elaboração de plano de controle ambiental – PCA para empreendimentos hidrelétricos TR2 – PCA. **Secretaria do Estado de Desenvolvimento Sustentável e do Turismo**, 2021. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2021-07/pca_tr_2.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

JÚNIOR, José Carlos Ugeda. Planejamento da paisagem e planejamento urbano: reflexões sobre a urbanização brasileira. **Revista Mato-Grossense de Geografia**, v. 17, n. 01, 2014. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geografia/article/view/764>. Acesso em 13 out. 2023.

JÚNIOR, Valdevino José dos Santos. SANTOS, Carolina Oliveira. A evolução da urbanização e os processos de produção de inundações urbanas. **Revista Estação Científica**, v.3, n.1, 2013.

LINARD, Pedro Arthur Ribeiro Gomes. **Drenagem compensatória e sua aplicação em uma área da UFRN**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://antigo.monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/5405/1/Drenagem-compensat%c3%b3ria-aplica%c3%a7%c3%a3o-Linard-monografia.pdf>. Acesso em: 13 out. 2023.

LIVINALLI, Alessandra Maria et al. PRINCIPAIS IMPACTOS CAUSADOS PELA ENCHENTE DE 2014 NO MUNICÍPIO DE ITAPIRANGA. **Revista Conexão**, 2022. Disponível em: <https://revistas.uceff.edu.br/conexao/article/view/119/102>. Acesso em: 02 set. 2023.

MAEBARA, Andre Kazunori. Avaliação da legislação brasileira do uso conjugado de água de chuva. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/10329/AVALIA%c3%87%c3%83O%20D A%20LEGISLA%c3%87%c3%83O%20BRASILEIRA%20DO%20USO%20CONJUGADO %20DE%20%c3%81GUA%20CHUVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 mai. 2023.

MANAUS. Secretária Municipal de Infraestrutura. Procedimento para Aprovação de Projeto de Drenagem. Manaus, 2023. Disponível em: <https://www.manaus.am.gov.br/seminf/wp-content/uploads/sites/6/2023/02/PROCEDIM.-APROVACAO-DE-PROJETO.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2023.

MARENCO, José A. et al. Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. **Rio de Janeiro: FBDS**, 2009. Disponível em: https://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf. Acesso em 13 out, 2023.

MARQUES, Gabriela Sekeff. Manejo de águas pluviais: estudo da rede de drenagem e de soluções de baixo impacto na região administrativa Candangolândia. 2019. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/24437/1/2019_GabrielaSekeffMarques_tcc.pdf. Acesso em: 05 set. 2023.

MARQUES, Victor Pereira. Estudo de medidas estruturais em planos diretores de drenagem urbana. 2019. Disponível em: https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/1820/1/MONOGRAFIA_EstudoMedidasEstruturais.pdf. Acesso em: 16 set. 2023.

MENDES, Alesi Teixeira. SANTOS, Gesmar Rosa. Drenagem e manejo sustentável de águas pluviais urbanas: o que falta para o Brasil adotar? IPEA, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11420/1/TD_2791.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

MINISTÉRIO DOS DIREITOS HUMANOS E DA CIDADANIA. **Estratégia Brasil Amigo da Pessoa Idosa**, mai. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mdh/pt-br/navegue-por-temas/pessoa-idosa/estrategia-brasil-amigo-da-pessoa-idosa>. Acesso em: 20 set. 2023.

MONTANARI, Rafaela. **Uma análise sobre dislexia na escola**. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Licenciatura em Pedagogia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/0dcc54c8-95f6-4708-ba9b-bedb2a8b6094/content>. Acesso em: 22 de agosto 2023.

MORAES, Isabel Cristina. Análise da dinâmica do uso da terra e sua interferência em inundações na cidade de Rio Claro (SP). **Repositório Institucional UNESP**, Rio Claro, 15 dez. 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/3b6d1e39-e461-46ca-8a70-d4cf96253f01>. Acesso em: 15 ago. 2023.

NAKAZONE, Lúcia Midori. **Implantação de reservatórios de detenção em conjuntos habitacionais: a experiência da CDHU**. Dissertação de Mestrado em Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-13042006-210759/pt-br.php>. Acesso em: 21 jul. 2023.

NETO, Ethel Geraldo Canabrava et al. Telhado verde: alternativa sustentável para a drenagem do escoamento superficial. **Mix sustentável**, v. 7, n. 2, p. 125-136, 2021. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/4338/3581>. Acesso em 13 ago. 2023.

OLIVEIRA, Nelson. Enchentes, enxurradas e deslizamentos podem ter solução. Entenda como. Ecycle, 2022. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/enchentes-enxurradas-e-deslizamentos-podem-ter-solucao-entenda-como/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

PEDROSA, Renato Alves et al. PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA NO CONTEXTO DO PLANEJAMENTO URBANO. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, v. 2, n. 2, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/acipi/article/view/917/826>. Acesso em: 21 set. 2023.

PEREIRA, Luan Cardoso de Oliveira et al. Estudo das legislações sobre drenagem urbana nas capitais do nordeste brasileiro: Análise da obrigatoriedade de medidas de controle de escoamento na fonte. **Conimas: I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade**, 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conimas-e-conidis/2019/TRABALHO_EV133_MD1_SA51_ID455_07112019215152.pdf. Acesso em: 18 ago. 2023.

PEREIRA, Priscila Pini. ITO, Alexandre Hitoshi. Efeitos da urbanização e soluções sustentáveis para o sistema de drenagem. **Synergismus scyentifica**, Pato Branco, v. 12, n. 1, p. 183-195, 2017.

PERIM, Ariadne Araújo Silva. **Sustentabilidade na habitação de interesse social: Uma proposta para o município de Ouro Branco-MG**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias para o Desenvolvimento sustentável, da Universidade Federal de São João Del Rei. Ouro Branco, 2014. Disponível em: <https://ufsj.edu.br/portal-repositorio/File/ppgtds/DISSERTACOES/Ariadne.pd>. Acesso em: 22 set. 2023.

PIEROTTI, Bruna Raquel Venturini. **Proposição de sistema de captação e reservação de água pluvial para usos não potáveis como componente de projeto padrão de habitação de interesse social: estudo de caso de empreendimento em Cornélio Procópio/PR**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/32126/1/captacaoreservacaoaguapluvial.pdf>. Acesso em: 25 set. 2023.

PINTO, Liliane Lopes Costa Alves. **O desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano**. Tese de Doutorado, Doutorado em Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-31082011-160233/publico/Tese_Liliane_Lopes_C_A_Pinto.pdf. Acesso em: 01 set. 2023.

PIRES, A. E. and CALEGARE, M.G.A., 2017. A habitação de interesse social no Brasil e sua expressão em Manaus. *NÚCLEO DE ALTOS ESTUDOS AMAZÔNICOS*, 20(3), pp.115-136. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/viewFile/5768/4733#page=114>. Acesso em: 29 mai. 2023.

PLURIS. Contrastes, contradições, complexidades. 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional, Integrado e Sustentável, 2016. Disponível em: <https://fau.ufal.br/evento/pluris2016/>. Acesso em: 29 ago. 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Instrução técnica para elaboração de estudos e projetos de drenagem, abr. 2022. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/Cap%C3%ADtulo3_ControlenaFonte.pdf. Acesso em: 18 ago. 2023.

RIBEIRO, Ana Késia de Albuquerque; TAMAYOSI, Renato Yoshiaki; PENA, Stephanie Santana Costa. A drenagem urbana no contexto do novo marco legal do saneamento. 2021. Disponível em: <https://dspace.mackenzie.br/items/7a4ce84f-1925-4b66-9720-712b71251e55>. Acesso em 10 set. 2023.

RIGHETTO, Antônio Marozzi et al. Poluição difusa nas águas pluviais de uma bacia de drenagem urbana. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.22, n.6, 2017.

RODRIGUES, Lorrany Antunes Alves. **Impacto do processo de urbanização na formação de enchentes e alagamentos em Belo Horizonte**. Trabalho Final de Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2020.

ROSA, Andressa Ferreira. **Os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico no Município de Patrocínio – MG**. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Ambiental, da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19693/1/impactosUrbanizacaoCiclo.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2023.

RUBIN, Graziela Rossatto; BOLFE, Sandra Ana. O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO SOCIAL NO BRASIL. **Ciência e Natura**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 201-213, 14 maio 2014. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4675/467546173014.pdf>. Acesso em: 09 set. 2023.

SANTOS, Andrey Marcelo Braga. **Análise socioambiental na sub-bacia hidrográfica do franco, Manaus – AM**. Dissertação Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022.

SAVI, Adriane Cordoni. **Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura**. Trabalho de Conclusão de Monografia em Construções Sustentáveis, do Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/17364/2/CT_CECONS_II_2012_01.pdf. Acesso em: 19 ago. 2023.

SCHNEIDER, William. Aspectos dos Efeitos Hidrológicos da Urbanização: Pelo Comitê de Trabalho sobre os Efeitos da Urbanização na Baixa Vazão, Escoamento Total, Infiltração e Recarga de Águas Subterrâneas do Comitê de Hidrologia de Águas Superficiais da Divisão de Hidráulica. **Jornal da Divisão Hidráulica**, v.101, n.5, 1999.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Programa de saneamento ambiental da região metropolitana de Curitiba, dez. 2002.

SILVA, César de Oliveira Ferreira; GOVEIA, Danielle. Avaliação da qualidade ambiental de corpos hídricos urbanos utilizando análise multivariada. **Interações (Campo Grande)**, v. 20, p. 947-958, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/K855699DWTGgVS3dtsWwvxb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 out. 2023.

SNIS. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas. Brasília: SNS/MDR, 2021. Disponível em: http://antigo.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ap/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AP_SNIS_2021.pdf. Acesso em: 30 set. 2023.

SOITO, João. Usos múltiplos da água. **Boletim de Conjuntura**, n. 5, p. 21-27, 2019.

SOUSA, Sávio Pedro Cavalcante. **Avaliação do impacto da urbanização sobre o escoamento superficial por meio de simulação hidrológica**. Trabalho de Conclusão de Curso, Programa de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, nov. 2016.

SOUZA, Vladimir Caramori Borges et al. Déficit na drenagem urbana: buscando o entendimento e contribuindo para a definição. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v.1, n.2, p.162-175, 2013.

SUGAHARA, Cibele Roberta; FERREIRA, Denise Helena Lombardo; GUEDES, Walef Pena. Sistema de drenagem e planejamento urbano da cidade de Campinas/SP. **Gerenciamento de Cidades**, v. 10, n. 75, p. 87-96, 2022. Disponível em: https://scholar.archive.org/work/k5tyxtvzfja2lkbk7bfjlh7caa/access/wayback/https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/download/3140/3045. Acesso em: 30 set. 2023.

TASSI, Rutinéia et al. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 139-154, jan./mar. 2014.

THOMAZ, Edivaldo Lopes. **Processos hidrogeomorfológicos e o uso da terra em ambiente subtropical-Guarapuava-PR**. 2005. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

TUCCI, C. E. 2012. Gestão da drenagem urbana. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38004/LCBRSR274_pt.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 21 mai. 2023.

TUCCI, C. E.; COLLISCHONN, W. 1998. Drenagem urbana e controle de erosão. VI Simpósio nacional de controle da erosão, Presidente Prudente, São Paulo. Disponível em: https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/importacao/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-territorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/SED.PDF. Acesso em 22 mai. 2023.

TUCCI, Carlos. 2003. Drenagem urbana. **Ciência e cultura**, 55(4), pp.36-37. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v55n4/a20v55n4.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2023.

TUCCI, Carlos. 2007. Regulação das águas pluviais urbanas. Disponível em: http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/1424/regulacao_das_aguas.pdf. Acesso em: 21 mai. 2023.

TUCCI, Carlos. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, v.22, n.63, 2008.

TUCCI, Carlos. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.7, n.1 Jan/Mar, 2002. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/231957/000323373.pdf?sequence=1>. Acesso em: 22 ago. 2023.

TUCCI, Carlos. Gestão da Drenagem Urbana. **Textos para discussão cepal- IPEA**, 2012. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/0202366b-45a3-4786-aedb-81da9c5c5231/content>. Acesso em: 19 ago. 2023.

UGPE - Unidade de Gerenciamento de Projetos Especiais. Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (Prosamim). [S.l.], [s.d.]. Disponível em: <http://www.ugpe.am.gov.br/programas/prosamim/>. Acesso em: 21 mai. 2023.

UGPE - Unidade de Gerenciamento de Projetos Especiais. Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus e do Interior (Prosamin+). [S.l.], [s.d.]. Disponível em: <http://www.ugpe.am.gov.br/programas/prosamin/>. Acesso em: 27 ago. 2023.

VIEIRA, Mayara Pissutti Albano. Qualidade ambiental na produção de habitação de interesse social em Presidente Prudente/SP: o caso dos conjuntos Ana Jacinta e João Domingos Neto. 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/5ca7143b-e7d0-4216-8107-7c1e954be59e>. Acesso em 13 out. 2023.

VINHAES, Rafaela dos Santos. Evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. **Saúde em Debate**, v.43, p.94-108, 2019.

VOGELSANGER. Drenagem urbana: entenda como a micro e macro drenagem funcionam. Disponível em: <https://britagemvogelsanger.com.br/obra/macro-drenagem/>. Acesso em: 30 ago. 2023.

WUNDER, Laurita Regina. **Avaliação durante operação dos sistemas hidráulicos prediais e urbanos de conjuntos habitacionais de interesse social no município de Passo Fundo**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia, da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/245/1/2006LauritaWunder.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.

APÊNDICE A – CARTA À UGPE PARA FORNECIMENTO DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Ao Senhor,
MARCELLUS JOSÉ BARROSO CAMPÊLO
SECRETÁRIO DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E METROPOLITANO
COORDENADOR EXECUTIVO DA UNIDADE GESTORA DE PROJETOS ESPECIAIS

Manaus, 12 de setembro de 2023.

ASSUNTO: Solicitação de dados para pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso.

Prezado, Secretário de Estado de Desenvolvimento Urbano e Metropolitano,

Meu nome é João Bosco Correa Rubim Filho e sou estudante do curso de Engenharia Civil na Universidade Federal do Amazonas. Estou atualmente no processo de elaboração do meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) com o Título: **Estudo comparativo entre soluções de retenção de águas pluviais em habitações de interesse social em Manaus/AM.**

Gostaria de solicitar a colaboração desta Unidade Gestora de Projetos Especiais no fornecimento de dados específicos que são essenciais para o meu trabalho de pesquisa. Estou conduzindo um estudo que se concentra em fazer um estudo comparativo (técnico, econômico e social) entre duas soluções para retenção de águas pluviais aplicadas em habitações de interesse social do PROSAMIN+: o Reservatório de Retenção (OBRA 03) e o Reservatório Vertical em Tubos (OBRA 04), e acredito que os dados mantidos pela Unidade Gestora de Projetos Especiais são cruciais para análise e conclusões do meu TCC.

Os dados que estou buscando incluem: **Projetos, Memoriais Descritivos e Orçamento das Instalações de Águas Pluviais das Obras 03 e 04 – PROSAMIN+**, que, acredito, serão de fundamental importância para enriquecer a qualidade da minha pesquisa.

Comprometo-me a utilizar os dados de forma ética e a garantir que todas as informações fornecidas sejam tratadas com a devida confiabilidade.

Agradeço antecipadamente pela sua consideração e ajuda. A colaboração da Unidade Gestora de Projetos Especiais será de grande importância para o sucesso do meu projeto de pesquisa.

Desde já, deixo meu e-mail e telefone para discutirmos os próximos passos e detalhes para entrega dos dados.

Atenciosamente,

JOÃO BOSCO CORREA RUBIM FILHO
(092) 9 9202-2640
RUA AFRÂNIO DE CASTRO, Nº 693, JAPIIM I – RESIDENCIAL ATENA
MANAUS, AMAZONAS, 69077-350
boscorubim14@gmail.com

ANEXO A – REGULARIZAÇÃO E HABITE-SE GAPIS



LISTA DE DOCUMENTOS – 2022

REGULARIZAÇÃO E HABITE-SE – ARQUITETURA SOCIAL - GAPIS (RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR, CONDOMÍNIOS VERTICAIS E HORIZONTAIS)

1. Requerimento Padrão (modelo disponível no site do IMPLURB), devidamente preenchido, sendo imprescindível conter o nome do interessado, número do telefone convencional, número do celular e e-mail do proprietário/procurador/ responsável técnico;
 - a. Contrato de Locação (caso o imóvel seja alugado).
 - b. Cartão do CNPJ, com Contrato Social e/ou Alteração Contratual (em caso de Pessoa Jurídica).
2. Certidão Narrativa de Registro de Imóveis atualizado (últimos 180 dias).
3. Certidão Negativa de Débitos do IPTU– CND **ou** Documento que comprove a isenção deste;
4. ART /RRT de Autoria e ART/ RRT Execução de PROJETOS COMPLEMENTARES para obras acima de 750,00m² referente: Cálculo Estrutural, Instalação de Combate a Incêndio, Esgotamento Sanitário, Instalação Elétrica e Instalação Hidráulica, devidamente assinada pelo contratante e pelo profissional habilitado no Conselho de classe;
5. Memorial Descritivo das soluções adotadas para abastecimento de energia, água e destino final do esgotamento sanitário, assinado pelo responsável técnico com a indicação do número da ART/RRT.
6. Projeto Arquitetônico completo em formato PDF (art. 20 da L.C Nº 003 de 16/01/2014). Nas pranchas deverá conter: indicação do nome do proprietário, nome do autor do projeto, nome do responsável técnico, número do CREA/CAU, indicação do número das ART's/RRT's (Anotação/ Registro de Responsabilidade Técnica) e Declaração de Compromisso e Responsabilidade (disponível do site do IMPLURB).
7. Licença Ambiental de OPERAÇÃO, nos termos da legislação vigente;
8. Certidão dos Bombeiros - AVCB, nos termos da legislação vigente;
9. Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV, nos termos do Artigo 93, Inciso I da Lei de Uso e Ocupação do Solo;
10. Termo de Execução do Projeto Viário, expedido pelo órgão Municipal e trânsito, nos termos da legislação vigente;
11. Aprovação ou Declaração de Inexigibilidade para empreendimentos localizados no cone de aproximação do Aeroporto de Manaus pelo Comando Aéreo Regional, conforme previsto no Plano de Proteção Aeroportuária;
12. Arquivo digital com os dados da gleba georreferenciados em formato PDF, conforme Portaria disponível no Site do IMPLURB.
13. Laudo de vistoria (modelo disponível no site IMPLURB), demonstrando os ambientes (externo e internos) conforme projeto existente.
(<https://implurb.manaus.am.gov.br/lista-de-documentos/>) requerimento e formulários.

Observações:

- a. Formalização e/ou Trâmite de Processos por terceiros só será aceita com a apresentação de Procuração, não obrigatoriamente de reconhecimento em cartório.
- b. Após a formalização do processo e dentro dos prazos legais, será encaminhado para o setor de Levantamento Técnico - Gerência de Levantamento Técnico - GLT, o qual solicitará o LAUDO DE VISTORIA TÉCNICA) via e-mail.
- c. O interessado deverá acompanhar o trâmite do processo, pois quando encaminhado à Gerência de Atendimento – GEAT/IMPLURB, a Lei determina o prazo de 30 (trinta) dias úteis para manifestações ao processo, sob pena de arquivamento.
- d. Na Planta de Implantação Geral, deverá constar QUADRO DE ÁREAS, indicando Área do Terreno, Área Bruta Total de Construção e de cada Edificação (separada por Pavimento), Área Permeável (demarcada/ e identificada com legenda) e Área da Piscina (se houver).
- e. Os itens acima listados são imprescindíveis para formalização e análise dos processos, não isentando os setores técnicos de posteriormente, solicitarem documentos complementares previstos em Lei.
- f. O órgão competente municipal terá 60 (sessenta) dias úteis para se pronunciar sobre os processos referente aprovação de projetos, podendo ser prorrogado o prazo, a critério da administração.
- g. Empreendimentos financiados pela Caixa Econômica não poderão conter a Declaração de Compromisso e Responsabilidade.

ANEXO B – PROCEDIMENTO PARA APROVAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM



Manaus
Prefeitura Municipal

Infraestrutura
Secretaria Municipal

Endereço: Rua Gabriel Gonçalves, nº 351 - Aleixo
Manaus-AM / CEP: 69.060-10

Comissão de Aprovação de Drenagem
CAPD/SSOP Wpp: (92) 99123-7708.



PROCEDIMENTO PARA APROVAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM

1. Requerimento Padrão: fornecido pela COMISSÃO DE DRENAGEM, devidamente preenchido;
2. Procuração: devidamente registrada em cartório e documento com foto (quando houver procurador);
3. Apresentar cartão do CNPJ (quando empresa)/CPF (quando pessoa física);
4. Apresentar Registro de imóvel e/ou Contrato de Locação que informe área do empreendimento;
5. Número do BCI/IPTU que informe área do empreendimento;
6. **02 (DOIS) JOGOS DE PROJETO COMPLETO DE DRENAGEM** - Seguindo o Art. 20, do Código de Obras e Edificações do Município - Lei nº 003/2014; **Lei 1.192/2007 – PRÓ-ÁGUAS**; NBR 10.844/1989; LEI Nº 12.526/2007 – LEI DAS PISCININHAS; LEI Nº 2154/2016 – TAXA DE PERMEABILIDADE e NBR 6.492/1994, ATA Nº10/2007, ATA Nº01/2018, entre outras. **RELACIONADOS ABAIXO:**
 - 6.1 MEMORIAL DESCRITIVO: Apresentar os cálculos com volume de águas produzidas nos espaços; cálculo para achar o diâmetro das redes principais e secundárias; soluções mitigadoras adotadas; fundamentações técnicas das coberturas, áreas verdes e pisos impermeáveis; descrição do lançamento final; literatura utilizada.
 - 6.2 LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO: Mostrando as curvas de nível do terreno e suas cotas.
 - 6.3 IMPLANTAÇÃO GERAL: Mostrando as cotas de nível; tubulações (diâmetro, material, cota e inclinação); caixas de drenagens (numeração, tipo, medidas, cotas); cursos d'água existentes; e corpo receptor.
 - 6.4 PLANTA DE COBERTURA: mostrando áreas, cotas e águas; inclinação; tubo de queda; calhas, material, ralo.
 - 6.5 PLANTA DE SITUAÇÃO: Mostrando o entorno e identificando o empreendimento sobre foto do google.
 - 6.6 PLANTA DE LOCAÇÃO: Mostrando as edificações; logradouros ao entorno; e suas cotas.
 - 6.7 PLANTA DE DETALHES: Planta baixa e cortes da caixa de retenção, boca de lobo, PV, caixas, dissipador (identificando cotas, diâmetros e materiais).
 - 6.8 MAPA DE ÁREAS: Em formato A3 colorido mostrando Área de todos os telhados; Área Permeável; Área impermeável; e, Área Total (conforme Registro do Imóvel, projeto e ART/RRT) identificado em metro quadrado no desenho cada área.
7. ART/RRT: Anotação ou Registro de Responsabilidade citando claramente AUTORIA (para aprovação do projeto de Drenagem de Águas Pluviais) do profissional habilitado pelo respectivo Conselho de classe (CREA/CAU), datada, assinada pelo profissional e proprietário.
8. CD: organizado em pasta de acordo com revisão, arquivos digitais dos projetos (DWG e PDF) e documentos (PDF) acima.

Observações:

- ✓ Todas as solicitações **NOVAS** deverão ser apresentadas no protocolo juntamente com os itens acima para gerar um número de processo e cadastro nesta SEMINF;
- ✓ Todas as respostas (**RETORNO**) aos pareceres, anexar projetos, correções, e outros documentos devem ser **protocolizados ao processo existente** diretamente na Comissão de Aprovação de Projetos de Drenagem;
- ✓ Caso haja intervenção em via durante despejo para a rede de drenagem pública, deverá apresentar nesta Secretaria, após projeto aprovado, solicitação para Autorização de Obra em Via Pública;
- ✓ Caso haja ligação do **esgotamento sanitário tratado** a rede de drenagem pública, apresentar Autorização;
- ✓ Deverá constar nos cabeçalhos das pranchas: espaço para carimbo, nome de identificação da planta, numeração de ordem (ex: 00/00), data e revisão atualizadas a cada retorno, assinatura do proprietário e autor do projeto.
- ✓ Todos os projetos/documentos deverão ser apresentados organizados em pastas ofício com grampo plástico.

Documento: Procedimento para Aprovação de Projeto de Drenagem
Páginas: Única | Emissão Inicial: 25/01/2023 | Revisão: 06

ANEXO C – LEI Nº 12.526/2007 LEI DAS PISCININHAS

13/10/2023, 23:03

Lei nº 12.526, de 02 de janeiro de 2007 - Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo

Ficha informativa

LEI Nº 12.526, DE 02 DE JANEIRO DE 2007

(Projeto de lei nº 464, de 2005 do Deputado Adriano Diogo - PT)

Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais.

O PRESIDENTE DA ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA:

Faço saber que a Assembléia Legislativa decreta e eu promulgo, nos termos do artigo 28, § 8º, da Constituição do Estado, a seguinte lei:

Artigo 1º - É obrigatória a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m² (quinhentos metros quadrados), com os seguintes objetivos:

I - reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem;

II - controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos;

III - contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.

Parágrafo único - O disposto no "caput" é condição para a obtenção das aprovações e licenças, de competência do Estado e das Regiões Metropolitanas, para os parcelamentos e desmembramentos do solo urbano, os projetos de habitação, as instalações e outros empreendimentos.

Artigo 2º - O sistema de que trata esta lei será composto de:

I - reservatório de acumulação com capacidade calculada com base na seguinte equação:

a) $V = 0,15 \times A_i \times IP \times t$;

b) V = volume do reservatório em metros cúbicos;

c) A_i = área impermeabilizada em metros quadrados;

d) IP = índice pluviométrico igual a 0,06 m/h;

e) t = tempo de duração da chuva igual a 1 (uma) hora.

II - condutores de toda a água captada por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos ao reservatório mencionado no inciso I;

III - condutores de liberação da água acumulada no reservatório para os usos mencionados no artigo 3º desta lei.

Parágrafo único - No caso de estacionamentos e similares, 30% (trinta por cento) da área total ocupada deve ser revestida com piso drenante ou reservado como área naturalmente permeável.

Artigo 3º - A água contida no reservatório, de que trata o inciso I do artigo 2º, deverá:

I - infiltrar-se no solo, preferencialmente;

II - ser despejada na rede pública de drenagem, após uma hora de chuva;

III - ser utilizada em finalidades não potáveis, caso as edificações tenham reservatório específico para essa finalidade.

Artigo 4º - O disposto nesta lei será implementado no âmbito dos seguintes sistemas de atuação e articulação de ações dos poderes públicos:

I - Política Estadual de Recursos Hídricos e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SIGRH, instituídos pela Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991;

II - Política Estadual de Saneamento e Sistema Estadual de Saneamento - SESAN, instituídos pela Lei nº 7.750, de 31 de março de 1992;

III - Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais - SEAQUA, instituído pela Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997.

13/10/2023, 23:03

Lei nº 12.526, de 02 de janeiro de 2007 - Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo

Artigo 5º - As despesas decorrentes da execução desta lei correrão à conta das dotações orçamentárias próprias.

Artigo 6º - O Poder Executivo regulamentará esta lei no prazo de 60 (sessenta) dias, a contar da sua publicação.

Artigo 7º - Esta lei entra em vigor na data de sua publicação.

DISPOSIÇÃO TRANSITÓRIA

Artigo único - A adequação dos estacionamentos e similares ao disposto no parágrafo único do artigo 2º desta lei deverá ser feita em até 90 (noventa) dias, a contar da data da publicação desta lei.

Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo, aos 2 de janeiro de 2007.

a) RODRIGO GARCIA - Presidente

Publicada na Secretaria da Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo, aos 2 de janeiro de 2007.

a) Marco Antonio Hatem Beneton - Secretário Geral Parlamentar

ANEXO D – COMPOSIÇÃO ORÇAMENTÁRIA RVT

RESERVATÓRIO VERTICAL EM TUBOS - RVT							
ITEM	ORIGEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	P.UNIT.	P. TOTAL
1.0							
INSTALAÇÃO HIDRÁULICA							
1.1	COMP.	89580	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 150 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_06/2022	M	312,00	R\$ 67,39	R\$ 21.025,68
1.2	COMP.	89578	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_06/2022	M	2,00	R\$ 32,48	R\$ 64,96
1.3	COMP.	104179	CAP, PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 150 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_06/2022	UNID.	21,00	R\$ 73,23	R\$ 1.537,83
1.4	COMP.	104178	CAP, PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_06/2022	UNID.	2,00	R\$ 21,88	R\$ 43,76
1.5	COMP.	104167	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 150 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_06/2022	UNID.	12,00	R\$ 125,51	R\$ 1.506,12
1.6	COMP.	104168	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 150 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_06/2022	UNID.	4,00	R\$ 122,35	R\$ 489,40
1.7	COMP.	104173	REDUÇÃO EXCÊNTRICA, PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 150 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_06/2022	UNID.	2,00	R\$ 86,74	R\$ 173,48
1.8	COMP.	104170	LUVA SIMPLES, PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 150 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_06/2022	UNID.	36,00	R\$ 70,98	R\$ 2.555,28
1.9	COMP.	104177	TÊ, PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 150 X 150 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_06/2022	UNID.	25,00	R\$ 186,80	R\$ 4.670,00
1.10	COMP.	104034	COLAR DE TOMADA, PVC, COM TRAVAS, DE 110 MM X 1/2" OU 110 MM X 3/4", PARA LIGAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA. AF_06/2022	UNID.	2,00	R\$ 31,44	R\$ 62,88
	COMP.	86913	TORNEIRA CROMADA 1/2" OU 3/4" PARA TANQUE, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UNID.	2,00	R\$ 51,69	R\$ 103,38
SUB-TOTAL							R\$ 32.232,77
2.0							
OBRAS CIVIS							
	COMP.	CIV-501	DEMOLIÇÃO DE PISO CIMENTADO SOBRE LASTRO DE CONCRETO	M2	1,00	R\$ 22,92	R\$ 22,92
2.1	COMP.	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	M3	0,21	R\$ 76,62	R\$ 16,09
2.2	COMP.	93382	REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA. AF_04/2016	M3	0,18	R\$ 34,54	R\$ 6,34
2.3	COMP.	99268	POÇO DE INSPEÇÃO CIRCULAR PARA DRENAGEM, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 0,60 M, PROFUNDIDADE = 0,90 M, EXCLUINDO TAMPÃO. AF_12/2020_PA	UNID.	2,00	R\$ 533,31	R\$ 1.066,62
2.4	COMP.	98115	TAMPA CIRCULAR PARA ESGOTO E DRENAGEM, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 0,60 M E ALTURA = 0,10 M. AF_12/2020	UNID.	2,00	R\$ 107,11	R\$ 214,22
2.5	INS.	20193	LOCACAO DE ANDAIME METALICO TIPO FACHADEIRO, LARGURA DE 1,20 M X ALTURA DE 2,0 M POR PAINEL, INCLUINDO DIAGONAIS EM X, BARRAS DE LIGACAO, SAPATAS E DEMAIS ITENS NECESSARIOS A MONTAGEM (NAO INCLUI INSTALACAO)	M2XMÉS	17,89	R\$ 6,41	R\$ 114,69
2.6	COMP.	97062	COLOCAÇÃO DE TELA EM ANDAIME FACHADEIRO. AF_11/2017	M2	71,57	R\$ 6,49	R\$ 464,48
2.7	COMP.	97063	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE ANDAIME MODULAR FACHADEIRO, COM PISO METÁLICO, PARA EDIFICAÇÕES COM MÚLTIPLOS PAVIMENTOS (EXCLUSIVE ANDAIME E LIMPEZA). AF_11/2017	M2	71,57	R\$ 11,25	R\$ 805,14
2.8	COMP.	94990	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, NÃO ARMADO. AF_08/2022	M3	0,06	R\$ 1.022,82	R\$ 61,37
2.9	COMP.	97093	ARMAÇÃO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, COM USO DE TELA Q-283. AF_09/2021	KG	91,40	R\$ 14,76	R\$ 1.349,06
2.10	COMP.	92267	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	M2	18,76	R\$ 66,89	R\$ 1.254,86
2.11	COMP.	100485	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA MÉDIA ÚMIDA) COM ADIÇÃO DE IMPERMEABILIZANTE, PREPARO MECÂNICO COM MISTURADOR DE EIXO HORIZONTAL DE 600 KG. AF_08/2019	M3	2,05	R\$ 855,28	R\$ 1.753,32
2.12	INS.	559	BARRA DE FERRO CHATO, RETANGULAR, 50,8 MM X 6,35 MM (L X E), 2,53 KG/M	M	94,88	R\$ 31,02	R\$ 2.943,33
2.13	COMP.	4815802	CALANDRAGEM DE CHAPA METÁLICA COM ESPESSURA DE 5 MM	M2	4,74	R\$ 15,54	R\$ 73,73
2.14	INS.	11964	PARAFUSO DE AÇO TIPO CHUMBADOR PARABOLT, DIAMETRO 3/8", COMPRIMENTO 75 MM	UNID.	16,00	R\$ 2,53	R\$ 40,48
2.15	COMP.	88849	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	M2	18,76	R\$ 10,32	R\$ 193,60
2.16	COMP.	CIV-500	PINTURA COM TINTA ESMALTE SINTÉTICA A BASE D' ÁGUA APLICADA A ROLO OU PINCEL - 2 DEMÃOS	M2	147,97	R\$ 52,34	R\$ 7.744,70
2.17	COMP.	100722	PINTURA COM TINTA ALQUÍDICA DE FUNDO (TIPO ZARCÃO) APLICADA A ROLO OU PINCEL SOBRE SUPERFÍCIES METÁLICAS (EXCETO PERFIL) EXECUTADO EM OBRA (POR DEMÃO). AF_01/2020	M2	188,50	R\$ 21,17	R\$ 3.990,45
2.18	COMP.	CIV-009	APLICAÇÃO DE PRIMER BICOMPONENTE EPÓXI-ISOCIANATO, ANTIOXIDANTE, PULVERIZADO SOBRE SUPERFÍCIE METÁLICA	M2	188,50	R\$ 41,39	R\$ 7.801,83
SUB-TOTAL							R\$ 29.917,22
CUSTO PARA 1(UM) ARMAZENAMENTO ----->(SEM BDI)							R\$ 62.149,99

ANEXO E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário(a) da pesquisa: **ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SOLUÇÕES DE RETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL EM MANAUS/AM**, orientada pela Prof.ª Dr.ª Maria de Nazaré Alves da Silva. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a realização do Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, de **JOÃO BOSCO CORREA RUBIM FILHO**, matrícula **21751904**, denominado aqui como "Pesquisador", responsável pelas entrevistas e autor do trabalho. Nesta pesquisa pretendemos obter uma visão qualitativa de suas expectativas e preocupações em relação ao Reservatório Vertical em Tubos a ser instalado em seu conjunto habitacional.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você: "Uma conversa informal sobre a implementação de uma tecnologia nova para um sistema de retenção da água pluvial, sem seguir um roteiro fixo. Exploraremos ideias para resolver problemas de drenagem de forma mais descontraída". Esta pesquisa não envolve nenhum risco. A pesquisa pode promover um entendimento do usuário sobre o sistema a ser implantado, buscando um diálogo aberto para alinhar a inovação técnica com o envolvimento social da comunidade.

Para participar deste estudo você não terá qualquer custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano advindo das atividades realizadas nesta pesquisa. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou não. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido(a). O(A) pesquisador(a) não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. O pesquisador tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Manaus, _____ de _____ de 2023.

Assinatura do Participante

Assinatura do(a) Pesquisador(a)

Nome do Pesquisador Responsável: João Bosco Correa Rubim Filho
Universidade Federal do Amazonas
Faculdade de Tecnologia/Departamento de Engenharia Civil
CEP: 69080-900
Fone: (092) 992022640
E-mail: boscorubim14@gmail.com