

# Cartilha Informativa IV DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
(PMSB):  
DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS  
URBANAS (DMAPU)

*Saiba mais e participe!*

MACAPÁ -AP 2024



## **Coordenação e Organização**

Alan Cavalcanti da Cunha  
Alaan Ubaiaira Brito  
Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha

## **Elaboração**

Alan Cavalcanti da Cunha	Carlos Henrique Medeiros de Abreu
Alaan Ubaiaira Brito	Paulo Gibson Farias Bezerra
Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha	Ilana Syanne Martins Uchôa Taís Silva Sousa
Adenilson Costa de Oliveira	

## **Colaboradores**

Alexsandro dos Santos Reis	Carlos Armando Reyes Flores
Arialdo Martins da Silveira Júnior	Daguinete Maria Chaves Brito
Bárbara Patrícia Lima Pena	Elizandra Perez Araújo

...

## **Designer e Diagramação**

Alaan Ubaiaira Brito  
Bárbara Patrícia Lima Pena  
Carlos Armando Reyes Flores  
Ilana Syanne Martins Uchôa

## **Capa**

Carlos Armando Reyes Flores  
Bárbara Patrícia Lima Pena  
Ilana Syanne Martins Uchôa

## **Distribuição e Informações**

Universidade Federal do Amapá - UNIFAP  
Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas (DCET)  
Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento (DMAD)  
Laboratórios de Fenômenos de Transporte, Hidráulica e Saneamento  
Ambiental e Laboratório de Química, Saneamento e Modelagem Ambiental  
Rod. Josmar Chaves Pinto, km 02 - Jardim Marco Zero, 68903-419,  
Macapá-AP

**Macapá-AP**  
**2024**

## FICHA CATALOGRÁFICA

É permitida a reprodução parcial ou total desta publicação, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP

Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 / 1451

---

P712 Plano Municipal de Saneamento Básico: drenagem e manejo de águas pluviais / coordenadores e organizadores, Alan Cavalcanti da Cunha, Alaan Ubaiara Brito, Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha. - Macapá: TEDPLAN, UNIFAP, 2024.

1 recurso eletrônico. [Cartilha]. 29 páginas.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).  
Cartilha informativa IV

1. Saneamento básico – Amapá. 2. Plano municipal de saneamento. 3. Drenagem urbana. 4. Drenagem sustentável. I. Cunha, Alan Cavalcanti da, coordenador e organizador. II. Brito, Alaan Ubaiara, coordenador e organizador. III. Cunha, Helenilza Ferreira Albuquerque, coordenadora e organizadora. IV. Título.

CDD 23. ed. – 627.5

---

BRASIL. Ministério da Educação. Universidade Federal do Amapá. **Plano Municipal de Saneamento Básico**: drenagem e manejo de águas pluviais. Coordenadores e organizadores: Alan Cavalcanti da Cunha, Alaan Ubaiara Brito, Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha. Macapá: TEDPLAN, UNIFAP, 2024. [Cartilha]. 29 páginas.

# SUMÁRIO

<b>DRENAGEM URBANA.....</b>	<b>12</b>
<b>CARACTERÍSTICAS E COMPOSIÇÃO .....</b>	<b>15</b>
Componentes de um sistema de drenagem urbana .....	16
<b>PROBLEMAS, IMPACTOS E SOLUÇÕES.....</b>	<b>19</b>
<b>ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS .....</b>	<b>24</b>
Técnicas de armazenamento .....	26
Microreservatórios.....	26
Técnicas de infiltração.....	26
Sistemas de biorretenção .....	26
Pavimentos permeáveis.....	27
Trincheiras de infiltração .....	27
Faixas gramadas .....	27
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>28</b>

## APRESENTAÇÃO

**Alan Cavalcanti da Cunha** | Coordenador Geral

Esta cartilha tem como principal objetivo apresentar as diretrizes fundamentais para a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico do seu município (PMSB), em especial a dimensão “Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (DMAPU)” de vários municípios do estado do Amapá. Atualmente estão sendo desenvolvidos cinco PMSB que beneficiarão os seguintes municípios: Calçoene, Ferreira Gomes, Oiapoque, Pedra Branca do Amapari e Tartarugalzinho nos próximos 2 anos.

O objetivo geral desta 4ª cartilha é resumir didaticamente conhecimentos básicos sobre os principais temas relacionados com a dimensão DMAPU. Nela apresentamos tópicos específicos referentes ao controle de enchentes relacionados à infraestrutura na perspectiva dos riscos e desastres hidrológicos <sup>[1,2]</sup>. Então, neste 4º volume trataremos de descrever os conceitos e a importância desta dimensão na perspectiva da realidade brasileira, aprofundando um pouco mais o problema para a realidade amazônica, em especial aos dos municípios do estado do Amapá <sup>[3]</sup>.

Além disso, trataremos de conceitos, princípios e aplicações gerais e sua importância para o PMSB (intersectorialidade), de modo que os participantes adquiram conhecimentos básicos e informações suficientes para o desenvolvimento participativo das comunidades junto ao projeto, doravante denominado TEDPLAN (Fase II).

TEDPLAN é uma sigla que significa “Termo de Execução Descentralizada para Elaboração de PMSB”. É uma solução administrativo-financeira utilizada pelas instituições do Governo Federal, tal como a FUNASA - Ministério da Saúde, para repassar recursos financeiros diretamente para universidades ou institutos de pesquisa, tal como a Universidade Federal do Amapá

(UNIFAP), sendo este recurso financeiramente executado por uma Fundação de Apoio à Pesquisa (FUNDAPE-AC).

Mais detalhes sobre como funciona o Projeto TEDPLAN (Fase II) recomendamos a referência da 1ª cartilha <sup>[4]</sup>, na qual é explicada a dinâmica operacional da UNIFAP referente ao apoio técnico especializado às Prefeituras Municipais na elaboração dos seus PMSB. Portanto, o TEDPLAN executa uma estratégia eficiente para auxiliar prefeituras com dificuldades financeiras ou poucos recursos técnicos disponíveis para elaborarem seus PMSB, devido estes últimos serem geralmente complexos e caros. Mas é importante ressaltar que apenas os municípios com populações iguais ou menores que 50 mil habitantes (pequenos municípios) podem ser contemplados pelo Projeto TEDPLAN. Por exemplo, Macapá e Santana foram excluídos, todavia, pelos motivos de que já têm seus respectivos PMSB e mais de 50 mil habitantes.

Nesta cartilha também são apresentadas metodologias básicas para auxiliar os agentes municipais a se orientarem na construção do PMSB e ao longo deste processo, frisando que é importante informar que a linha de base de todo o PMSB é o Termo de Referência (TR), considerado a “Bíblia” ou o “Guia” principal de elaboração de PMSB recomendado pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Trata-se de um suporte didático para permitir e estimular a comunicação, participação e o controle social durante a elaboração do PMSB. Até porque conhecer bem as dimensões do saneamento básico torna as atuais e futuras decisões mais fáceis e produtivas na construção do PMSB. E, por este motivo, o conhecimento a ser adquirido consta no TR e o seu roteiro deve ser respeitado e cumprido durante todas as etapas de capacitação e elaboração do PMSB.

É importante lembrar que, no estado do Amapá, há pelo menos dois contextos históricos que deverão ser considerados no PMSB: **1)** o Novo Marco Legal do Saneamento (NMLSB) <sup>[5]</sup> a recente privatização do setor (pelo menos nas dimensões água e esgoto sanitário), que não incluiu as dimensões de resíduos sólidos nem

drenagem e gestão das águas pluviais. Além disso, pouco se tem trabalhado nos municípios a necessária integração e intersectorialidade das outras dimensões com a gestão das águas pluviais e sistemas de drenagem.

Destacamos que o Gerenciamento das Águas Pluviais e de Sistemas de Drenagem Urbana (GAPSDU) que desejamos para os municípios da Amazônia e, portanto, do estado Amapá, inclui etapas que envolvem os impactos que as enchentes causam nos sistemas de água de abastecimento, esgotamento sanitário e resíduos sólidos <sup>[1, 2]</sup>.

Por exemplo, os maiores problemas ambientais, sociais e socioeconômicos que o mundo enfrenta atualmente estão presentes e originados nas grandes cidades, aglomerados urbanos, em especial as “megacidades”, sendo mais graves nos países em desenvolvimento como o Brasil, devido a falta de recursos técnicos e financeiros para enfrentar o estado de degradação a que chegaram os grandes centros urbanos. Portanto, o saneamento básico nas cidades brasileiras geralmente encontra-se em uma situação caótica, em especial a coleta e tratamento de esgotos e suas interações com a drenagem urbana <sup>[1, 2, 6, 7]</sup>.

É relevante descrever que o padrão de vida urbano vem decaindo rapidamente, onde os órgãos públicos têm tido enormes dificuldades em agir com eficiência no planejamento, controle e execução de medidas eficazes para alterar o atual cenário dos problemas de alagamento e enchentes nas cidades <sup>[1]</sup>.

Portanto, tanto a gestão das águas pluviais urbanas quanto seus sistemas de drenagem são elementos integradores e transversais às outras dimensões do saneamento básico, segundo as seguintes perspectivas: 1) da política e regime jurídico-legal, 2) da participação pública, 3) da gestão financeira, 4) da tecnologia apropriada (ou tecnologia social), 5) da gestão de operação e 6) do arranjo institucional envolvido no planejamento urbano. Assim, se todos estes elementos são integrados surge a abordagem de



gerenciamento integrado sustentável das águas pluviais e de sistemas de drenagem (GISRS) <sup>[2]</sup>.

Em suma, é necessária uma nova visão de planejamento que considere os elementos de projetos modernos frente aos desafios das cidades na gestão das águas pluviais <sup>[2]</sup>. Exemplos relevantes são os projetos de obras hidráulicas na Engenharia Sanitária que acabam “transferindo” cheias para jusante ou outros pontos das cidades. Isto é, a implantação de obras que literalmente “transferem” o problema das cheias para adiante, aumentando ainda mais os potenciais impactos socioambientais e econômicos envolvidos <sup>[2]</sup>, resultando frequentemente em alagamentos.

E estes alagamentos já vêm ocorrendo no estado do Amapá <sup>[6, 7]</sup>. Tanto que, neste último caso, pela 1ª vez na história de Macapá, o carnaval de blocos de rua foi cancelado por causa de um evento climático extremo, onde ocorreu uma conjunção entre evento hidrológico extremo associado com uma fase de maré máxima, alagando vários bairros da cidade. A demanda por agentes da defesa civil foi tão drástica, que os agentes alocados para a segurança do carnaval, foram todos remanejados para atender a população para as medidas de mitigação dos efeitos do alagamento e proteção das residências e das pessoas.

Em outras palavras, além do problema da transferência de problemas de infraestrutura hidráulica deficiente, que contribui para que as cheias sejam transferidas de um local para outro, principalmente em áreas ou ambientes poluídos, as águas pluviais tendem também a se tornar mais poluídas. Esse efeito, impacta no aumento dos riscos hidrológicos e de danos à saúde pública.

Nestes casos, há na engenharia sanitária e ambiental uma preocupação constante nos projetos para que evitem o encontro entre as águas pluviais e esgotos sanitários. Pois em eventos hidrológicos extremos de períodos chuvosos, ambos se misturam com esgoto sanitário e até águas residuárias da indústria e do comércio. Entretanto, fatos como estes podem ser evitados se houver uma preocupação integrada com outras dimensões. Por

exemplo, a mais desejada e relevante seria construir os conhecidos separadores absolutos (sistemas de tubulações separados para água e esgoto sanitário), evitando-se a todo custo o aumento da poluição e dos riscos de danos à saúde pública por meio de doenças de veiculação hídrica.

Mas para que haja uma integração entre diferentes setores (esgoto e águas pluviais), é necessário não somente um bom plano diretor de drenagem urbana, mas também sua adequação e integração com os sistemas de esgotamento sanitário, abastecimento de água, resíduos sólidos e limpeza pública (varrição, por exemplo, para evitar o entupimento das canalizações), considerando a micro e pequenas bacias hidrográficas dentro das cidades. Isto é, é necessário integrar todas estas dimensões com o planejamento das cidades, visando os usos múltiplos das águas e respeitando as conexões hídricas das bacias e corpos d'água locais.

Neste cenário, os PMSB são fundamentais para nortear e produzir a gestão das águas pluviais e sistemas de drenagem urbana para que os habitantes que vivem nas cidades possam compreender sua própria realidade local e serem capazes de entender a complexa abrangência do setor de saneamento básico. E o mais importante: sobre o que significa dispor de uma política pública setorial eficiente e elaborada de forma transparente, democrática e tecnicamente eficiente.

Neste sentido, a sociedade deve empreender esforços conjuntos e enfrentar tantos desafios sobre os problemas da falta de saneamento básico em seu município. E, mais importante, compreender como a atual dificuldade de gestão das águas pluviais nas cidades e zonas rurais na Amazônia afeta a saúde pública e a qualidade de vida da população. E um dos principais problemas que ameaçam as populações humanas nos centros urbanos são os desastres naturais cada vez mais frequentes <sup>[2]</sup>.

Os desastres naturais (tempestades, enchentes e alagamentos, deslizamentos, etc.), em geral, provocam situações dramáticas quando atingem sistemas econômicos, ocasionando diferentes

tipos de danos, com perdas diversas e prejuízos significativos às populações atingidas <sup>[2]</sup>. Assim, o processo de urbanização intensa nas cidades da Amazônia deve ser considerado no contexto dos PMSB, porque cada vez mais pessoas, estruturas e bens econômicos e até imateriais (culturais) ficam expostos aos efeitos de desastres cada vez mais frequentes (principalmente chuvas extremas ou secas extremas) devido às mudanças globais e regionais do clima <sup>[6, 7]</sup>.

A presente capacitação de agentes municipais nesta área do conhecimento é, de fato, uma oportunidade única da sociedade em geral absorver conhecimentos básicos sobre o tema.

Desejamos uma ótima capacitação dos agentes municipais, os quais deverão compartilhar entre si seus próprios conhecimentos e confrontá-los com vários níveis de informações e conhecimentos técnico-científicos. Isto é, será valorizado o conhecimento tradicional local combinado com o conhecimento técnico na perspectiva da realidade municipal *versus* desafios regionais.

Nesta 4ª cartilha vamos discutir com os agentes municipais o quão importante é a dimensão da gestão das águas pluviais e de sistemas de drenagem urbana nas cidades. Desejamos a todos que aproveitem, discutam motivadamente entre si o assunto, refletindo conjuntamente o tema em sua cidade e em seu município. Pois cada um de nós é capaz de mudar para melhor a sua realidade local.

É fundamental acreditar no PMSB, pois há poucos instrumentos tão eficientes de políticas públicas neste setor que podem empreender e auxiliar em tais mudanças, tão necessárias e desejadas de nossa atualidade.

Bom curso!

## UNIDADE

## 1

## DRENAGEM URBANA

## Considerações iniciais

**Objetivos da unidade**

- ✚ Contextualizar sobre a gestão de águas pluviais e drenagem urbana;
- ✚ Situar a drenagem urbana dentro do novo marco legal do saneamento;
- ✚ Citar as principais diretrizes da lei relacionadas a gestão de águas pluviais e sistemas de drenagem.

As Águas pluviais correspondem aos volumes de água provenientes de precipitações que, em excesso, podem provocar inúmeros impactos sociais e econômicos. Para que seja possível escoar adequadamente as águas pluviais, em áreas urbanas, devem ser previstos sistemas de drenagem apropriados. Por se tratar de um sistema que, em princípio, só entra em operação quando ocorre a incidência de chuvas, a drenagem é o componente do saneamento que recebe menor atenção e investimentos, tanto do ponto de vista político quanto institucional e regulatório <sup>[8]</sup>. Entretanto, a partir do momento em que ocorre uma precipitação intensa, sua ausência ou insuficiência se torna relevante ao ponto de prejudicar o funcionamento de cidades e induzir perdas materiais <sup>[1, 2, 6, 7, 8]</sup>.



## UNIDADE 1

A Lei nº 14.026/2020, também conhecida como o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (NMLSB), estabeleceu que o saneamento básico é composto do conjunto dos serviços dos quatro componentes abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo de águas pluviais urbanas <sup>[5]</sup>.



A drenagem urbana é uma parte integrante do saneamento que trata do manejo das águas pluviais nas áreas urbanas, visando prevenir inundações, alagamentos e erosão do solo.



A lei estabelece diretrizes e metas para o manejo adequado das águas pluviais, juntamente com os demais serviços de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

### DMAPU: Diretrizes e metas conforme lei 14.026/2020



**Definição de competências:** A lei estabelece as responsabilidades dos entes federativos (União, estados, municípios e Distrito Federal) em relação ao planejamento, execução e fiscalização dos serviços de drenagem urbana.

## UNIDADE 1

**Estímulo à participação da iniciativa privada:** A lei prevê a possibilidade de participação da iniciativa privada na prestação dos serviços de drenagem urbana, como forma de aumentar a eficiência e a qualidade na execução desses serviços.



**Incentivo à gestão integrada:** A lei promove a integração entre os diferentes serviços de saneamento básico, incluindo a drenagem urbana, para uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos nas áreas urbanas.



**Metas de universalização:** Assim como nos demais serviços de saneamento básico, a lei estabelece metas para a universalização dos serviços de drenagem urbana, visando garantir o acesso adequado a toda a população.



**Criação de instrumentos de financiamento:** A lei estabelece mecanismos para o financiamento das ações de drenagem urbana, incluindo a possibilidade de utilização de recursos públicos e privados, bem como a criação de fundos específicos para esse fim.



### Você sabia?

O Brasil adota o **sistema separador absoluto (SSA)** para coleta e direcionamento das águas pluviais <sup>15, 91</sup>. As redes coletoras de efluentes pluviais e de esgotamento sanitário são independentes. As águas pluviais devem ser direcionadas aos cursos d'água enquanto o esgoto sanitário deve passar por uma estação de tratamento (ETE) para posteriormente serem despejados.

## UNIDADE

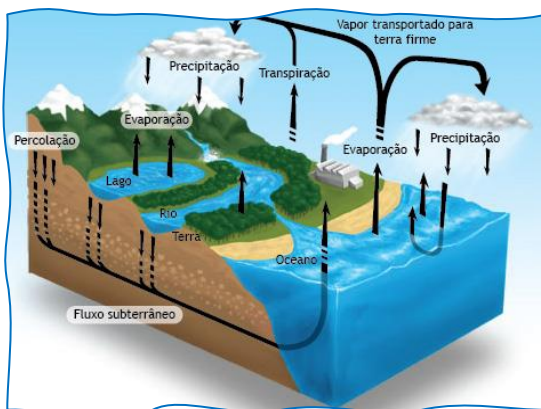
## 2

CARACTERÍSTICAS E COMPOSIÇÃO  
do Sistema de Drenagem**Objetivos da unidade**

- ✚ Apresentar os aspectos relevantes sobre drenagem urbana e manejo de águas pluviais;
- ✚ Ilustrar, conforme sua escala, os componentes de um sistema de drenagem urbana.

Antes de apresentar um entendimento mais detalhado dos componentes de um sistema de drenagem, deve-se relembrar da importância do entendimento do ciclo hidrológico. Fatores

associados a permeabilidade do solo são fundamentais para entendimento do escoamento da água, dado que nem todo volume que precipita necessariamente precisa ser drenado. Parte



pode ser absorvido pelo solo natural e seguir por um fluxo subterrâneo ou naturalmente escoar por gravidade para os cursos de água naturais (rios e lagos). Claro que com a crescente urbanização das cidades, caracterizada pela ocupação das áreas, quer seja pela construção de edificações e/ou pavimentação das vias, as áreas com solo natural são reduzidas e os cursos d'água

## UNIDADE 2

modificados ou até ocupados inadequadamente, alterando o ciclo hidrológico original.



E quando isso ocorre, o que fazer para mitigar problemas ocasionados pela incidência das chuvas?



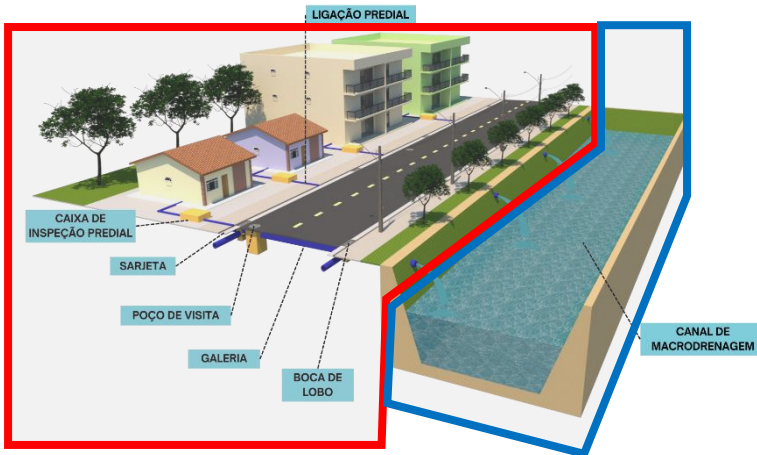
Projetar e posteriormente executar sistemas de drenagem adequados;



Praticar uma gestão de manejos das águas pluviais aplicável a região, fomentando o uso correto desses sistemas e criando mecanismos para sua manutenção.

## COMPONENTES DE UM SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

Os componentes de um sistema de drenagem urbana são subdivididos em micro (—) e macro (—) drenagem <sup>[9]</sup>.



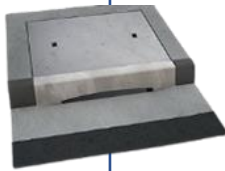
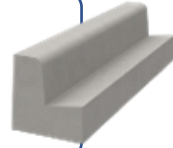


## UNIDADE 2



**Caixa de inspeção predial ou passagem (CI):** responsável por recolher e armazenar detritos que são arrastados pelo escoamento da água pluvial e serve também como ponto de inspeção para o sistema.

**Sarjeta (SJ):** dispositivo horizontal que têm como objetivo escoar longitudinalmente a água pluvial oriunda do pavimento, além de proteger a borda da pista da erosão <sup>[10]</sup>.



**Bocas de Lobo (BL):** são dispositivos de captação, localizados junto aos bordos dos acostamentos ou meios-fios da malha viária que, através de ramais, transferem os deflúvios para as galerias ou outros coletores. São capeados por tampas de concreto <sup>[10]</sup>.

**Poço de visita (PV):** trata-se de uma câmara vertical (popularmente conhecida como bueiro) instalada na rede, permitindo o acesso de pessoas especializadas para a realização de manutenção da rede, modificações de alinhamento, dimensões, declividade ou alterações de quedas.



**Galerias subterrâneas (GS):** Dispositivos destinados à condução dos deflúvios coletados na rede, através de canalizações subterrâneas, integrando o sistema de microdrenagem com a macrodrenagem <sup>[10]</sup>.

**Canais:** são sistemas coletores com maior capacidade, conhecidos como córregos urbanos, podendo ser naturais ou canalizados (a céu aberto ou em galerias).



## UNIDADE 2



Destacam-se outros componentes da macrodrenagem: as bacias de detenção e estações elevatórias, ambas com a finalidade de controlar o escoamento das águas das chuvas em grandes bacias hidrográficas.

### Atenção!

As obstruções de canais, comumente provocadas pelo descarte irregular do lixo e acúmulo de resíduos, constitui um fator que prejudica consideravelmente o funcionamento dos subsistemas apresentados, potencializando as chances de ocorrerem inundações, alagamentos e agravando os problemas de poluição das águas e a proliferação de doenças, como a dengue<sup>[11]</sup> e a leptospirose.



Existem outras alternativas de drenagem que possam ser aplicadas a minha cidade?

Na **unidade 4**, serão apresentadas outras soluções sustentáveis, conhecidas como SUDS, para drenagem pluvial.

## UNIDADE

## 3

## PROBLEMAS, IMPACTOS E SOLUÇÕES

Para Drenagem Urbana no contexto local

**Objetivos da unidade**

- ✚ Apresentar um panorama sobre drenagem urbana no cenário nacional, regional e local;
- ✚ Discutir sobre os problemas e impactos associados à má gestão e manejo de águas pluviais;
- ✚ Apresentar formas de reduzir esses impactos.

A drenagem urbana, como visto nas unidades anteriores, tem grande importância para o desenvolvimento sustentável das cidades, promoção da saúde e bem-estar da população.

**Brasil**

43,6% dos municípios brasileiros analisados pelo SNIS possuem sistemas exclusivos para a drenagem urbana. O que corresponde a 2.108 municípios.

**Brasil**

10,9% (526 municípios) possuem sistemas unitários (misto com esgotamento sanitário). E cerca de 26,3% (1.272 municípios) possuem sistemas combinados.

**Brasil**

Em 19,2% (927 municípios) não existem sistemas de drenagem urbana.

## UNIDADE 3

Entretanto, no Brasil, ainda é pouco estudada e valorizada quando comparada às demais dimensões do saneamento básico (abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos) <sup>16</sup>.



### Norte

31,7% dos municípios da região norte possuem sistemas exclusivos de drenagem. Correspondendo a 113 municípios. Além disso, 10,1% (36 municípios) possuem sistemas unitários.

### Norte

19,4% (69 municípios) possuem sistemas combinados.

38,8% (138 municípios) não possuem qualquer sistema de drenagem urbana.

### Norte

A região norte do Brasil é a que menos investe em projetos de infraestrutura de drenagem urbana, com cerca de R\$ 0,5 bilhão/ano.

### Amapá

Dentre as 27 capitais brasileiras, Macapá está em 24º posição nos investimentos em projetos de drenagem. Isto é, investe somente R\$ 1,9 milhão/ano, correspondendo a 0,1% dos investimentos nacionais (R\$ 7,4 bilhões/ano).

## UNIDADE 3

Observe o panorama contendo as principais informações sobre a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas em nível de país (Brasil), região (Norte) e estado (Amapá), de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) <sup>[12]</sup>.

O cenário desfavorável da drenagem urbana, especialmente em escala local, propicia o surgimento e intensificação dos impactos ambientais existentes. Veja abaixo os principais impactos:

1

### LANÇAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS



Nos municípios do estado do Amapá é comum o lançamento de resíduos sólidos nos sistemas de drenagem, principalmente nas áreas em que vivem populações de baixa renda, como é o caso das áreas de ressaca <sup>[7]</sup>. E isto pode causar, por exemplo, entupimento de bueiros e facilitar os transbordamentos dos canais de macrodrenagem.

2

### LIGAÇÕES CLANDESTINAS



As ligações clandestinas da rede de esgoto no sistema de drenagem podem comprometer a concepção, eficiência e longevidade do projeto. Em Macapá, por exemplo, o sistema foi inicialmente projetado para ser do tipo exclusivo, entretanto devido as constantes ligações clandestinas tornou-se um sistema unitário <sup>[7]</sup>. A principal problemática é o lançamento do esgoto nos rios, que pode causar a poluição da água, comprometendo sua qualidade, e ainda favorecer a transmissão de doenças de veiculação hídrica, como a diarreia <sup>[13]</sup>.

## UNIDADE 3

3

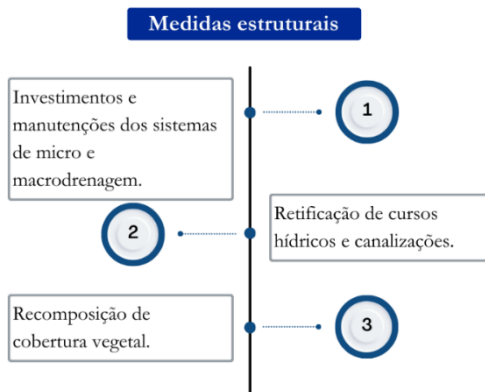
## INUNDAÇÕES



As inundações urbanas acarretam perdas materiais e humanas, comprometendo a qualidade de vida da população e equilíbrio da natureza.

- No Brasil, em 2022, cerca de 2,4 milhões de domicílios se encontravam em situação de risco de inundação e possuía cerca de 522,4 mil desabrigados/desalojados <sup>[12]</sup>.
- A região norte detinha neste mesmo período 176,6 mil domicílios em situação de risco de inundação e se caracterizava como a região que mais possuía desabrigados/desalojados (203,5 mil habitantes) <sup>[12]</sup>;
- Em escala estadual, destaca-se o município de Laranjal do Jari, que aparece, em 2022, como o 3º município brasileiro com mais domicílios em situação de risco (cerca de 85,6%) <sup>[12]</sup>.

Como forma de minimizar e controlar esses impactos é necessária a adoção de algumas medidas estruturais e estruturantes. As principais medidas, de acordo com o SNIS <sup>[12]</sup>, estão esquematizadas abaixo:



## UNIDADE 3

## Medidas estruturantes

Suporte das políticas públicas.  
Por exemplo: construção de planos diretores de drenagem, ou planos de saneamento básico.

1

Aprimoramento da gestão e fiscalização.  
Por exemplo: cadastro de obras, mapeamento de áreas de risco a inundações, ou ordenamento do uso e ocupação do solo.

2

As pesquisas sobre a drenagem urbana ainda são escassas em toda a região norte, principalmente no estado do Amapá. Entretanto, estão sendo desenvolvidas políticas públicas, como o caso dos Planos Municipais de Saneamento Básico (TEDPLAN 1 e TEDPLAN 2), para diversos municípios amapaenses.

Nesses planos estão presentes um banco de dados completo e de suma importância para

futuros projetos que preencherão parte da lacuna no conhecimento local. Mas ainda é necessário que o estado aumente sua capacidade técnica para lidar com os impactos decorrentes da deficiência da drenagem, principalmente as inundações.

## UNIDADE

## 4

ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS  
Para Drenagem Urbana**Objetivos da unidade**

- ┌ Apresentar o conceito de SUDS;
- ┌ Apresentar os principais SUDS.

A urbanização traz diversos impactos para o meio ambiente. Em se tratando dos sistemas de drenagens convencionais <sup>[14]</sup>, observa-se:



Impermeabilização do solo



Alterações no ciclo da água

Alterações no meio ambiente



Alterações na qualidade da água



A construção de edificações e pavimentação diminuem a permeabilidade do solo. Significa que áreas antes utilizadas para infiltração da água do solo não existem mais para essa finalidade.

Consequentemente, há um aumento no escoamento superficial, ou seja, mais água correndo sobre o solo impermeado, podendo causar enchentes e inundações em casos de chuvas mais fortes.



## UNIDADE 4

Neste cenário, os sistemas urbanos de drenagem sustentável (SUDS) vêm ganhando mais formas e opções. Esses sistemas recebem várias denominações, sendo as mais usuais: técnicas compensatórias, desenvolvimento de baixo impacto, desenho urbano sensível à água, infraestrutura verde, entre outras <sup>(15)</sup>.



São as chamadas técnicas de controle na fonte, ou seja, elas são utilizadas na redução e retenção do escoamento pluvial antes de ingressar nos sistemas de microdrenagem. Essas técnicas podem ser classificadas em dois tipos <sup>(14)</sup>:

**Técnicas de armazenamento** ➡ coletam a água e armazenam temporariamente para depois redistribuir na rede de drenagem, por exemplo.

**Técnicas de infiltração** ➡ coletam a água da chuva e facilitam sua infiltração no solo original, reduzindo vazões de pico e volumes escoados. Além disso, atuam na melhoria da qualidade da água.

## UNIDADE 4

### Técnicas de armazenamento

#### Microreservatórios

Estes normalmente são conectados aos telhados das casas e servem para diminuir as vazões e os tempos de pico. São estruturas relativamente simples, construídas, em sua maioria, em concreto ou alvenaria, podendo ser enterradas ou não, e possuindo um descarregador de fundo que limita a vazão de saída para a rede de drenagem <sup>[16]</sup>.



### Técnicas de infiltração

#### Sistemas de biorretenção

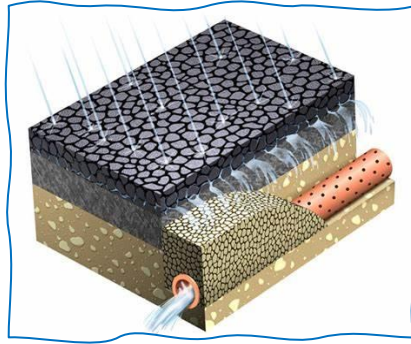


Os sistemas de biorretenção consistem em depressões pouco profundas na superfície do terreno, objetivando armazenar e infiltrar a água da chuva, além de tratar os poluentes através de sua composição de solo e vegetação. Atuam também como elementos paisagísticos, podendo ser implantados em parques, praças, rotatórias, por exemplo <sup>[17]</sup>.

## UNIDADE 4

### Pavimentos permeáveis

Os pavimentos permeáveis tem como objetivo reduzir as áreas impermeáveis no meio urbano. Assim, diferenciam-se dos pavimentos tradicionais pela capacidade de drenar o escoamento através da superfície, permitindo o armazenamento e posterior infiltração das águas no solo [18].



### Trincheiras de infiltração

As trincheiras possuem como finalidade reduzir o volume de água referente ao escoamento superficial, armazenando água precipitada por um tempo até que se infiltre no solo, diminuindo a probabilidade de enchentes [19, 20].

### Faixas gramadas

São áreas lineares recobertas com grama ou vegetação similar, destinadas a receber o escoamento superficial das áreas impermeabilizadas. Sua finalidade é aumentar a perspectiva de infiltração e recarga dos aquíferos e promover a diminuição do volume de água no sistema de drenagem urbana [17].



## REFERÊNCIAS

- [1] CANHOLI, A. L. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo – SP. Oficina de Textos. 2005.
- [2] MIGUEZ, M. G. et al., Gestão de riscos e desastres hidrológicos. Rio de Janeiro - RJ. Elsevier. 2018.
- [3] PACHECO, et al. Dimensioning Urban Drainage Systems in Housing Subdivisions in the Amazon Using Different Hydrological Models. Journal of Geoscience and Environment Protection, v. 11, p. 151-170, 2023.
- [4] Plano Municipal de Saneamento Básico: dimensão institucional / coordenadores e organizadores, Alan Cavalcanti da Cunha, Alaam Ubaíara Brito, Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha. Macapá: TEDPLAN, UNIFAP, 2024. Recurso eletrônico. [Cartilha]. 33 páginas.
- [5] BRASIL, Lei nº14.026/2020. Julho de 2020. Novo Marco Legal do Saneamento Básico.
- [6] SOUSA, T. S.; VIEGAS, C. J. T.; CUNHA, H. F. A.; DA CUNHA, A. C. Drainage and Preliminary Risk of Flooding in an Urban Zone of Eastern Amazon. Journal of Geoscience and Environment Protection, v. 11, n. 5, 2023.
- [7] SOUSA, T. S.; CUNHA, H. F. A.; CUNHA, A. C. Risco de alagamentos influenciados por fatores ambientais em zonas urbanas de Macapá e Santana/AP. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v.12, n.4, 2021.
- [8] NOVAES, C.; MARQUES, R. Public policy: urban stormwater in a paradigm shift, is it the end or just the beginning Water Science and Technology, v. 85, n. 9, p. 2652-2662, 2022a.
- [9] ALMEIDA, J. C. B. Drenagem urbana. 1. ed. São Paulo: Contentus, 2020. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 26 fev. 2024.

- [10] DNIT, Dispositivos de drenagem pluvial urbana. Especificações de serviço. Norma DNIT 030/2004.
- [11] NOVAES, C.; MARQUES, R.; PINTO, F. *Aedes aegypti*: insights on the impact of water services. *Geohealth*, v. 6, n. 11, 2022.
- [12] SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 3º Diagnóstico Temático de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas – ano de referência 2022. Brasília: SNSA/MCID, 2023.
- [13] VIEGAS, C. J. T.; SOUSA, T. S.; CUNHA, H. F. A.; CUNHA, A. C. Sistema de esgotamento sanitário e casos de diarreia em Macapá-AP. *Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.02, 2021.
- [14] GONÇALVES, F. T.; NUCCI, J. C. Sistemas de drenagem sustentáveis (SUDS): Propostas para a bacia do rio Juvevê, Curitiba-PR. *RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise*, v. 42. p. 192 - 209, 2017.
- [15] FLETCHER, T. D. Et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology. *Urban Water Journal*, v. 12, n. 7, p. 525–542, 2015.
- [16] TASSI, R. Efeito dos microrreservatórios de lote sobre a macrodrenagem urbana. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 156, 2002.
- [17] ALMEIDA, I. C. Sistemas sustentáveis de drenagem urbana: uma proposta para a bacia hidrográfica do córrego São Pedro, em Juiz de Fora - MG. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, p. 64 p, 2020.

## PARCEIROS:



**UNIFAP**  
Universidade Federal do Amapá



MINISTÉRIO DA  
SAÚDE

## Municípios participantes:



Calçoene



Ferreira Gomes



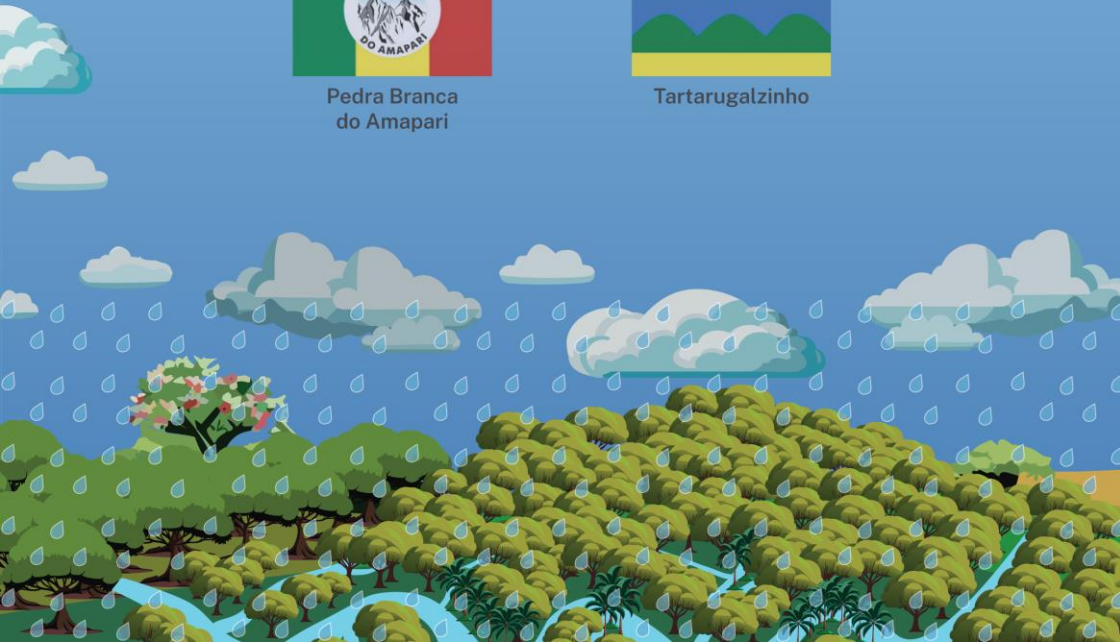
Oiapoque



Pedra Branca  
do Amapari



Tartarugalzinho



- [18] SILVA, A. B.; PINHEIRO, C. N. M. Sistema de drenagem sustentável como meio de mitigação de inundações – estudo de caso. Revista FT, 2023.
- [19] LIMA, V. C. G. R. Análise experimental e numérica de trincheiras de infiltração em meio não saturado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Programa de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, p. 177, 2009.
- [20] FRANCHINI, T. Estudo comparativo da eficiência entre trincheira de infiltração e trincheira de infiltração com uso de garrafa pet. Campo Mourão, 2017. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharelado em Engenharia Civil) Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2017.