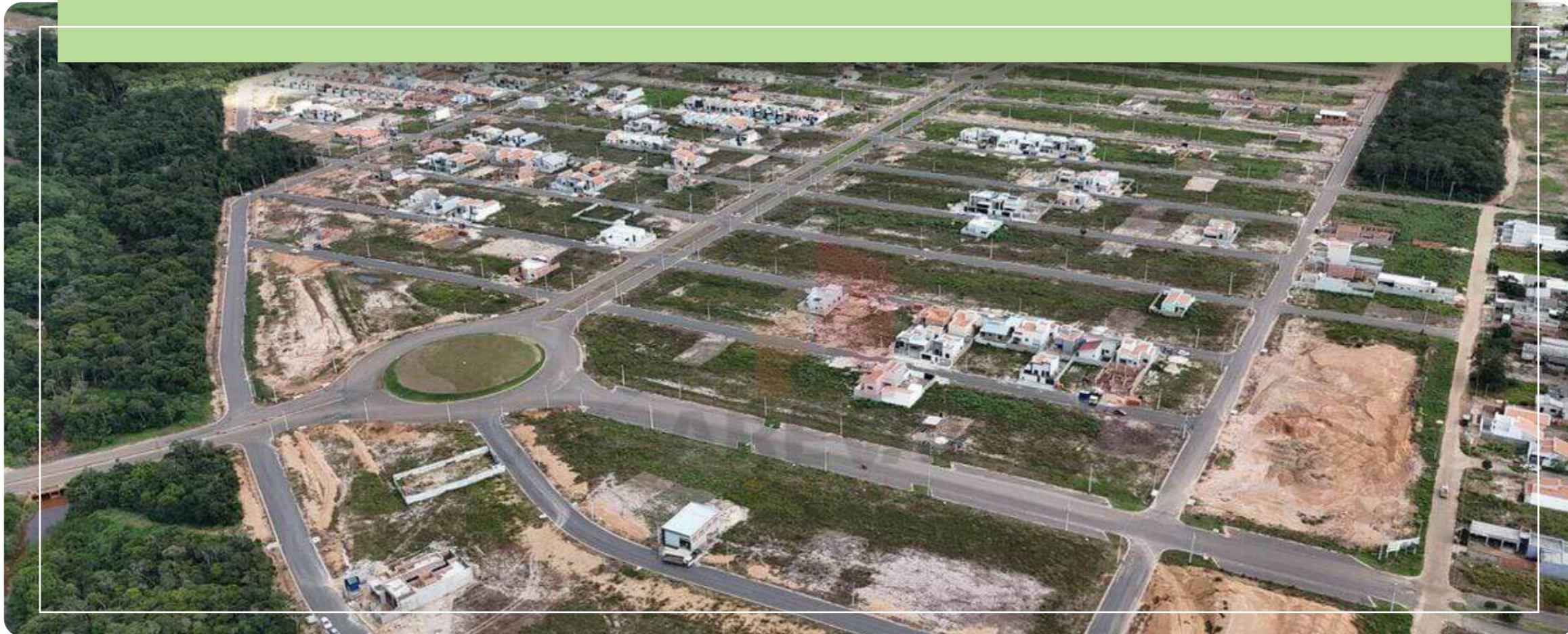


# SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA DRENAGEM URBANA: UMA PROPOSTA PARA A AVENIDA DEDIMES CECHINEL EM VILHENA/RO





Juliana Santos da Silva

**Soluções sustentáveis para Drenagem Urbana:**  
Uma proposta para a Avenida Dedimes Cechinel  
em Vilhena/RO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – *Campus Vilhena* como requisito para obtenção do título de bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Filipe de Sousa Shockness

Vilhena/RO

2024



## ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na data 11/12/2024 realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA DRENAGEM URBANA: UMA PROPOSTA PARA A AVENIDA DEDIMES CECHINEL EM VILHENA/RO** apresentada pela aluna **Juliana Santos da Silva (2018105070001-6)** do Curso **Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo (Vilhena)**. Os trabalhos foram iniciados às **18:30** pelo Professor **Filipe de Sousa Shockness** presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Filipe de Sousa Shockness** (Orientador)
- **Louise Maria Martins Cerqueira** (Examinadora Interna)
- **Lucas Veronese Varanda** (Examinador Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição da candidata. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

[X] APROVADO

Nota: 98

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Filipe de Sousa Shockness** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

VILHENA / RO, 11/12/2024

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Silva, Juliana Santos da.  
Soluções sustentáveis para drenagem urbana: uma proposta para a avenida Dedimes Cechinel em Vilhena/RO / Juliana Santos da Silva, Vilhena-RO, 2024.  
59 f. : il.

Orientador(a): Prof. Esp. Filipe de Sousa Shokness.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Vilhena-RO, 2024.

1. Drenagem urbana. 2. Planejamento urbano. 3. Cidades sustentáveis. I. Shokness, Filipe de Sousa (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

**Bibliotecário(a) Responsável:** Rosilene Maria do Couto Marques, CRB-11/321 (Campus Vilhena)

Documento assinado eletronicamente por **Juliana Santos da Silva**, Discente, em 12/12/2024, às 17:59, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Filipe de Sousa Shockness**, Orientador, em 12/12/2024, às 17:53, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Louise Maria Martins Cerqueira**, Examinador Interno, em 12/12/2024, às 16:37, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Lucas Veronese Varanda**, Examinador Externo, em 12/12/2024, às 17:27, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.



# AGRADECIMENTOS



Em primeiro momento agradeço a minha vida, pelo dom de estar viva e conseguir concluir mais essa etapa da minha jornada, agradecer a Deus e todas as Divindades e especialmente a Oxalá que conduz a minha paz e sabedoria.

Quero estender meu profundo agradecimento à minha família, minha esposa, Sanderleia Silva Reis, que ao longo deste Trabalho de Conclusão de Curso tem sido o meu Oásis, você tem sido minha base de força, sua crença nas minhas habilidades e na minha inteligência somados à nossa vida são o impulso por trás dessa realização.

Minha sincera gratidão a minha, mãe, Sandra Aparecida da Silva Santos, meu pai José Luiz da Silva e minha irmã, Cinthia Santos da Silva Gregolin e Gabriel Gregolin que ao longo dos anos da faculdade puderam me acompanhar, incentivar, me verem nos dias de luta e me apoiarem a concluir esse ciclo.

Agradecimento especial a minha Mana, Olivia Bagattoli, no meio dessa jornada de arquitetura pudemos usufruir da companhia uma da outra e viver aventuras incríveis juntas, minha dupla de projeto, e minha amiga na Vida, serei eternamente grata por toda ajuda que pode me dar ao longo dessa caminhada e fora dela.

Ao meu Orientador Filipe De Sousa Shockness, por me guiar ao longo deste caminho do trabalho de conclusão, sua sabedoria, experiência e dedicação contribuíram para o meu crescimento acadêmico de maneiras profundas, sendo inestimáveis para o feito e conclusão deste trabalho.

Sou verdadeiramente grata pelo amor que sinto por mim mesma, pelas longas seções de terapias, pelo encorajamento e pela resiliência que precisei encontrar dentro de mim, sem todos esses passos que precisei percorrer essa conquista não seria possível.

## ÉPIGRAFE

*"Só se pode vencer a natureza obedecendo-lhe"* - Francis Bacon

*"Para a ganância, toda a natureza é insuficiente"* - Sêneca

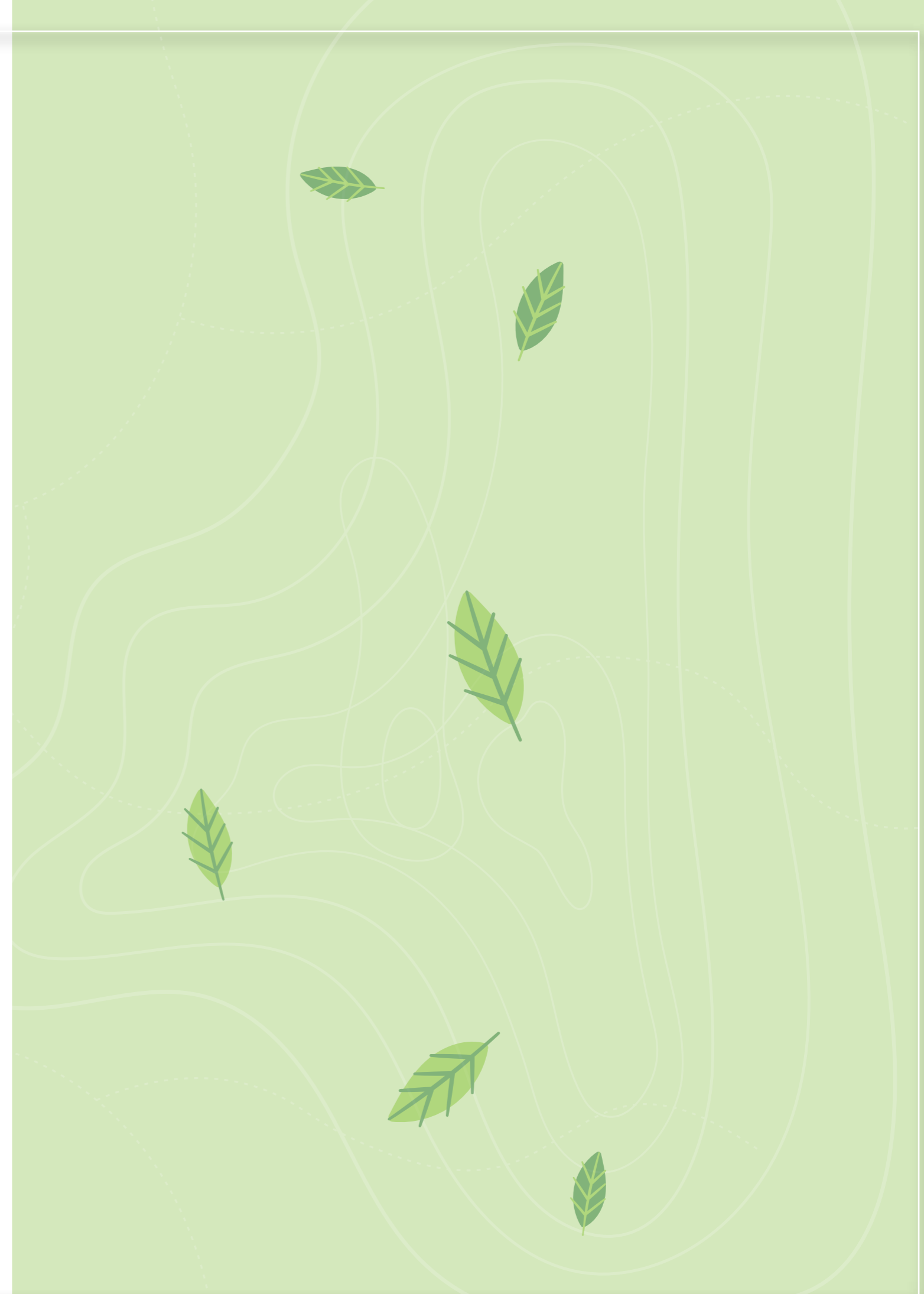
*"Nós perdoamos, mas não esquecemos."* - Nelson Mandela

*"Quem traz no corpo a marca, Maria, Maria mistura a dor e a alegria"* - Milton Nascimento

# RESUMO

Nos últimos anos, a questão da drenagem urbana tem ganhado destaque devido aos desafios e calamidades enfrentados pelas cidades em relação ao manejo das águas pluviais. O aumento da urbanização e da impermeabilização do solo tem intensificado problemas como inundações, alagamentos e poluição hídrica, exigindo abordagens inovadoras e sustentáveis para mitigar tais impactos. O objetivo deste trabalho é investigar as soluções de drenagem urbana sustentável e sua contribuição para promover a sustentabilidade hídrica e ambiental nas áreas urbanas, especialmente na cidade de Vilhena, Rondônia, que será objeto de estudo. A pesquisa é dividida em oito capítulos. Nos primeiros capítulos, introdução, referencial teórico e soluções para inundações e alagamentos, são discutidas as estratégias de planejamento e gestão da drenagem urbana, incluindo contextualização histórica, políticas públicas, regulamentações práticas de manejo integrado de águas pluviais, os conceitos fundamentais de drenagem urbana, e os problemas hidrológicos destacando os desafios enfrentados pelos sistemas de drenagem convencionais e a necessidade de abordagens sustentáveis trazendo soluções práticas de drenagem urbana sustentável, apresentando técnicas como áreas verdes, pavimentos permeáveis, bacias de infiltração, jardins de chuva, entre outras. No quarto capítulo observa-se a verificação das soluções em estudos de caso, onde são analisadas as estratégias de drenagem urbana existentes. Na sequência, a quinta parte detalha o local de implantação, descrevendo as características e os desafios específicos da drenagem urbana da Cidade de Vilhena/RO. A sexta seção apresenta o projeto desenvolvido, que aplica os princípios treinados na prática e as soluções encontradas para contribuir com a mitigação dos alagamentos na Avenida Dedimes Cechinel. Por fim, as considerações finais refletem sobre os resultados alcançados e destacam as contribuições para a sustentabilidade urbana, enquanto a última seção reúne as referências que fundamentam a pesquisa. Por meio desta pesquisa, busca-se entender os princípios e práticas da drenagem urbana sustentável, fornecer soluções/ideias para a implementação eficaz em contextos urbanos diversos, promovendo o uso racional e integrado dos recursos hídricos, contribuindo para o desenvolvimento de cidades mais resilientes e ambientalmente sustentáveis. Desta maneira busca-se compreender os desafios enfrentados pelas cidades brasileiras e oferecer soluções práticas e direcionadas para mitigar os problemas de alagamento, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis em ambientes urbanos similares.

**Palavras-chave:** Gestão de Águas Pluviais, Planejamento Urbano, Mitigação de Alagamentos, Infraestrutura Urbana, Cidades Sustentáveis.



# SUMÁRIO

## 01 INTRODUÇÃO.....08

## 02 REFERENCIAL TEÓRICO.....10

2.1 HISTÓRIA DO SANEAMENTO BÁSICO E A INFRAESTRUTURA URBANA.....	11
2.2 CONCEITOS DA DRENAGEM URBANA E CICLOS HIDROLÓGICOS.....	11
2.3 PROBLEMAS HIDROLÓGICOS PARA AS CIDADES.....	12

## 03 SOLUÇÕES PARA INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS.....15

3.1 CONCEITOS DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA, TRADICIONAL.....	16
3.2 O QUE SÃO MEDIDAS DE MITIGAÇÃO?.....	16
3.3 O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E URBANISMO SUSTENTÁVEL.....	16
3.4 O CONCEITO DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL.....	17
3.5 SOLUÇÕES DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL.....	17
3.5.1 Áreas Verdes.....	17
3.5.2 Áreas Permeáveis.....	17
3.5.3 Pavimentos Permeáveis.....	19
3.5.4 Ecopavimentos.....	19
3.5.5 Bacias de Infiltração.....	20
3.5.5.1 Bacias de retenção.....	20

3.5.5.1.2 Bacias de retenção.....	21
3.5.6 Jardins de Chuva.....	22
3.5.7 Piscinões.....	23
3.5.8 Wetlands.....	24
3.6 AS SOLUÇÕES PARA UMA DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL.....	24

## 04 VERIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO EM ESTUDOS DE CASO.....26

4.1 PARQUE LINEAR FERROVIÁRIO DE CUERNAVACA 4,5KM.....	26
4.2 PARQUE RACHEL DE QUEIROZ 10KM.....	27
4.3 URBANIZAÇÃO DA AVENIDA ENGENHEIRO SOUZA FILHO.....	29

## 05 LOCAL DE IMPLANTAÇÃO.....30

5.1 A CIDADE DE VILHENA.....	31
5.2 A HIDROLOGIA E A DRENAGEM URBANA DE VILHENA.....	32
5.3 ALAGAMENTOS, UM PROBLEMA HIDROLÓGICO PARA VILHENA.....	36

## 06 O PROJETO.....39

## 07 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....53

## 08 REFERÊNCIAS.....55

# 1 INTRODUÇÃO



O espaço urbano é um cenário complexo, resultado da interação entre áreas edificadas, espaços livres e infraestruturas que sustentam e moldam sua forma e função (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005). A infraestrutura, composta por redes de esgoto, água, eletricidade, gás, telefone, entre outras, é a base invisível que possibilita a existência e operação eficiente das cidades (SANTOS, 2020).

Contudo, a expansão urbana desordenada pode trazer sérias consequências para o meio ambiente e para a qualidade de vida dos habitantes. A urbanização mal planejada resulta na remoção de vegetação, alterações na topografia e impermeabilização do solo, o que pode levar a problemas como alagamentos e enchentes (BOTELHO, 2017).

Nesse contexto, a cidade de Vilhena-RO enfrenta desafios significativos relacionados à drenagem urbana, especialmente o trecho da Avenida Dedimes Cechinel, onde períodos intensos de chuva resultam em alagamentos recorrentes, afetando os moradores, o comércio local e o tráfego de veículos. A compreensão dos processos hidrológicos que levam a estes eventos, como a busca por soluções para mitigação destes impactos, seriam essenciais para o desenvolvimento sustentável da cidade?

Sim, este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo investigar os eventos hidrológicos ocorridos na Avenida Dedimes Cechinel, analisar os impactos dos alagamentos na drenagem urbana e explorar possíveis soluções para minimizar esses efeitos e alavancar o desenvolvimento sustentável para a cidade. Dessa forma ao longo dos próximos capítulos, serão apresentados os fundamentos teóricos relacionados à drenagem urbana, sendo feita uma análise detalhada do trecho estudado na Avenida Dedimes Cechinel, em Vilhena-RO, e por fim as soluções estratégicas de intervenção e gestão sustentável dos recursos hídricos urbanos.

Os alagamentos, ou risco hidrológico, se trata de um princípio natural que ocorre com o excesso de água associado a extremos de cheias no sistema de drenagem urbana. O problema resultante do excesso do período de chuvas se concretiza em grandes inundações ou alagamentos (MIGUEZ, 2017).

A diferença entre as causas de problemas de inundações e alagamentos, pode ser compreendida da seguinte maneira: as inundações são fenômenos naturais, resultantes do extravasamento da água em períodos de cheia, as inundações ocorrem em rios de declividade mais acentuada, podendo gerar enxurradas, com grande poder de arraste, e transportar sedimentos e, no entanto, os alagamentos, se relacionam com falhas dos sistemas de drenagem urbana (MIGUEZ, 2017).

E mesmo com origens diferentes, ambos possuem riscos semelhantes como invadir casas, “danificando bens e infraestruturas, paralisando o tráfego, serviços públicos e atividades econômicas, permitindo a propagação de doenças de veiculação hídrica, entre outras consequências danosas” (MIGUEZ, 2017).

O problema dos riscos hidrológicos configuram um cenário urbano onde “os prejuízos são inúmeros, afetando diversos aspectos da vida urbana, interferindo com os setores de habitação, transporte, saneamento e saúde pública”. (MIGUEZ, 2015).

O Estatuto da Cidade (Lei n. 10.527/2001) estabelece as diretrizes da política urbana. O Art. 2º institui que a política urbana busca ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana. E garante no primeiro parágrafo “o direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao

transporte e aos serviços públicos”. (BRASIL, 2001).

A cidade de Vilhena, localizada no sul de Rondônia, faz divisa com o estado do Mato Grosso e possui uma topografia com pouca declividade, fator que contribui para alagamentos em áreas urbanas. A cidade é cortada por dois cursos d'água e abriga pelo menos 11 nascentes, o que agrava os problemas de drenagem. Dentre os pontos críticos de alagamento, destaca-se a Avenida Dedimes Cechinel, também conhecida como Perimetral, que será o foco deste estudo. Essa via é essencial para a mobilidade dos moradores, conectando bairros antigos e novos, e desempenhando um papel crucial na infraestrutura urbana.

Durante chuvas intensas, a Avenida Dedimes Cechinel frequentemente fica encoberta por uma lâmina de água barrosa, dificultando a drenagem da via, resultando em alagamentos que bloqueiam a pista e expõem os moradores a riscos de contato com água contaminada. Esses episódios não só comprometem a circulação, mas também representam um significativo impacto ambiental e social para os residentes, transeuntes e comerciantes da região.

O estudo deste tema se justifica pela necessidade urgente de mitigar os alagamentos na Avenida Dedimes Cechinel, proporcionando soluções que reduzam os impactos ambientais e sociais na região. Ao implementar estratégias eficazes de drenagem, espera-se beneficiar diretamente a população, permitindo o uso contínuo da via, independentemente das chuvas intensas. Além disso, busca-se proteger a saúde pública, evitando a exposição a águas contaminadas, preservar os imóveis que atualmente são vulneráveis aos alagamentos, melhorar a infraestrutura local, garantir a segurança dos moradores e dos animais, e contribuir para o desenvolvimento de futuras iniciativas e estudos. Esse trabalho, portanto, pretende não só oferecer soluções para Vilhena, mas também enriquecer o planejamento urbano de outras cidades que enfrentam desafios semelhantes.

Dessa maneira, o presente trabalho tem como objetivo geral: Analisar e propor soluções sustentáveis para a gestão da drenagem urbana, visando mitigar os alagamentos e promover o urbanismo sustentável na cidade de Vilhena, Rondônia. Entre os objetivos específicos estão: Compreender a relação entre a história, conceitos e funcionamento da infraestrutura urbana de drenagem, e os riscos hidrológicos associados à cidade de Vilhena, Rondônia; Investigar soluções para promover o urbanismo sustentável e aprimorar a drenagem urbana em Vilhena; E por fim propor diretrizes de mitigação baseadas em soluções sustentáveis para enfrentar os alagamentos na cidade.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

## 2.1 HISTÓRIA DO SANEAMENTO BÁSICO E A INFRAESTRUTURA URBANA

A história do saneamento básico e da infraestrutura urbana tem suas raízes na antiguidade, com civilizações como os persas e romanos desenvolvendo sistemas para gerenciar a água e estabelecer leis para seu uso. Os persas, por exemplo, proibiam a poluição dos rios, enquanto os romanos construíam aquedutos e sistemas de esgoto, destacando a importância da gestão da água para o desenvolvimento das sociedades. Durante a Idade Média, a negligência no saneamento resultou em graves epidemias. A partir do século XIX, com a Revolução Industrial, surgiram as primeiras iniciativas significativas, como a pavimentação de ruas e a criação de redes de esgoto, acompanhadas de leis de saúde pública. No século XX, os avanços tecnológicos aprimoraram essas práticas, resultando em sistemas mais eficientes e regulamentados (ROCHA, 2016).

No Brasil, o saneamento básico começou no período colonial, mas as mudanças mais significativas ocorreram no final do século XIX e início do século XX. Durante o período colonial, as condições de higiene eram precárias e pioraram com o crescimento urbano e a industrialização. No início do século XX, foram implementadas as primeiras infraestruturas de saneamento, como sistemas de esgoto e redes de água potável. A criação do Departamento Nacional de Saúde Pública em 1920 e a construção de estações de tratamento, juntamente com programas de educação sanitária, representaram avanços importantes. A Constituição Federal de 1988 consolidou direitos sociais e destacou a importância das políticas públicas para a infraestrutura urbana. A criação da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental em 1990 e a Lei nº 10.527/2001, o Estatuto da Cidade, foram marcos legais significativos. Apesar desses avanços, o Brasil ainda enfrenta desafios na universalização do saneamento e continua buscando soluções inovadoras e sustentáveis para melhorar a qualidade de vida da população (ROCHA, 2016; SANTOS 2020; PARLATORE, 2023; BRASÍLIA, 2001).

A infraestrutura urbana é essencial para o funcionamento das cidades e inclui subsistemas como o Sistema Viário, Sanitário, Energético e de Comunicações. O Sistema Sanitário, por exemplo, abrange redes de abastecimento de água potável e esgoto, enquanto outros subsistemas envolvem transporte, energia e gestão de resíduos. Esses sistemas estão interconectados e interagem com a sociedade e o meio ambiente. Um planejamento urbano eficiente, alinhado com políticas públicas, é crucial para garantir o funcionamento adequado da infraestrutura e promover uma cidadania plena. O próximo tópico terá foco no sistema de drenagem urbana, seus problemas e soluções para um planejamento eficaz (LEFEBVRE, 2011; MASCARÓ, 2005; PENN, Michael R; PARKER, Philip J, 2017).

## 2.2 CONCEITOS DA DRENAGEM URBANA E CICLOS HIDROLÓGICOS

Podemos compreender a drenagem por duas vias, uma: observando a importância da água na vida das pessoas e do ecossistema como um dos elementos essenciais e vitais que temos no planeta terra. (ALMEIDA, 2020) Em outra via; de que criamos cidades e invadimos áreas naturais preservadas, abrimos ruas e criamos assim a urbanização com impactos na paisagem e no ciclo natural. (BOTELHO, 2017). Perspectivas diferentes, para analisar os mesmos conceitos de drenagem

urbana, em que o ser humano pode planejar e gerenciar os recursos hidrológicos.

As espécies existentes no planeta, como os animais, os insetos, e todos os diversos ecossistemas no planeta terra, todos, diretamente ou indiretamente dependem do elemento água para a manutenção da vida. A água é um elemento que colabora com diferentes serviços ambientais e cuida da manutenção da biodiversidade dos ecossistemas, dentre os quais podemos destacar, a recarga de aquífero, a recarga de corpos hídricos e o solvente universal. (ALMEIDA, 2020).

A água, é um elemento com ciclo hidrológico, isso quer dizer que a água circula pela Terra em todos os seus estados físicos, o sistema que caracteriza estes ciclos é compreendido como ciclo hidrológico. Podemos compreender este ciclo em quatro etapas principais, sendo elas:

1. Evaporação (na superfície das águas e no solo) e transpiração dos vegetais e animais.
2. Precipitações Atmosféricas (Chuva, granizo, neve, orvalho);
3. Escoamentos subterrâneos (infiltração, percolação, águas subterrâneas);
4. Escoamentos superficiais (rios e lagos).” (ALMEIDA, 2020).

A precipitação atmosférica é a água resultante de um processo físico em contato com uma fonte de calor, no nosso caso o sol, que aquece a água e a transforma em vapor d'água, alterando o estado físico de líquido para gasoso, que chega à superfície terrestre com a forma de chuva, onde ocorreu a condensação da água transformando novamente seu estado físico, saindo do seu estado gasoso para líquido novamente, ou sólido dependendo das condições climáticas, podendo ser granizo, neve, orvalho, nevoeiro, entre outros. (STEIN; SANTOS; PELINSON, 2022).

Considerando um país como o Brasil, as precipitações atmosféricas mais importantes são as chuvas. E a precipitação pluviométrica está diretamente relacionada à quantidade de chuvas, tornando-se significativa em medições de volume. Os principais desafios da hidrologia são as variações dos índices pluviométricos, pois elas podem apresentar grande intensidade ou volume, em determinadas regiões, e ausência de chuva e longos períodos de estiagem em outros pontos. (STEIN; SANTOS; PELINSON, 2022).

O volume de chuva total que atinge uma área permeável, sendo compreendido uma área permeável que não possui calçadas ou uma camada impermeabilizante que obstrui a infiltração da água pela camada direta do solo; essa água, que não tem um caminho preferencial de escoamento, ela fica inicialmente na vegetação e em outros obstáculos antes de alcançar o solo, pode-se infiltrar pelos seus poros, podendo seguir um caminho vertical até alcançar o lençol freático ou percolar pela camada superior do solo até retornar à superfície, são descritas como: “águas livres, para Jean Carlos, B Almeida, 2020 e ‘escoamento subsuperficial’ para Marcelo Miguez, 2015”. Já a porção da água que tem um caminho bem definido como riachos, rios ou oceanos; quando o solo encontra-se saturado, ou a quantidade de água que chega à superfície é superior à capacidade de infiltração ela segue o caminho da “rede de drenagem superficial” para Jean Carlos, B Almeida, 2020 e é denominada como “água sujeita” para Marcelo Miguez, 2015 é conhecida como “escoamento superficial” (ALMEIDA, 2020; MIGUEZ, 2015).

Pode-se compreender o uso da drenagem urbana, como a infraestrutura que é responsável por direcionar as águas precipitadas sobre o solo mais rapidamente para o seu destino final, com o objetivo de evitar que a água se acumule em regiões de interesse para ocupação humana, como as cidades. (MIGUEZ, 2015).

O sistema de drenagem é uma estrutura instalada em um determinado local, com o intuito de

reter, tratar, e conduzir águas pluviais. Podendo estes sistemas serem formados por estruturas simples, ou complexas, envolvendo outros serviços da infraestrutura urbana, capazes de coletar, tratar e distribuir a água para diversos pontos distintos. (ALMEIDA, 2020).

Os sistemas de drenagem urbana podem ser classificados em microdrenagem e macrodrenagem. Para Jean Carlos, B. Almeida, 2020 e para Marcelo Miguez, 2015, a “Microdrenagem” é um sistema que inclui a coleta das águas superficiais ou subterrâneas através de pequenas e médias galerias. É constituída pela drenagem dos loteamentos urbanos e áreas públicas, como praças, parques e ruas, convencionalmente visando à retirada das águas precipitadas e sua condução para a rede principal, ou macrodrenagem, o mais rapidamente possível, com um risco associado de 2 a 10 anos. A rede de microdrenagem é responsável pela captação inicial dos escoamentos superficiais, águas livres.

Já a “Macro drenagem” é um sistema que engloba a rede de microdrenagem, pode possuir galerias de grande porte e os corpos receptores destas águas, rios ou canais. É formada pela hidrografia natural e corresponde aos canais naturais ou artificiais responsáveis pela condução de águas concentradas no sistema. A rede de macrodrenagem tende a receber grandes intervenções hidráulicas a fim de retificar os rios, aumentar sua capacidade de escoamento, diminuir áreas de alagamento, entre outras, com riscos ou recorrência variando entre 10 e 100 anos.” (ALMEIDA, 2020; MIGUEZ, 2015).

Tratando-se de recursos hídricos e ao manejo das águas pluviais, tanto quanto à sua utilização quanto a minimização dos impactos relacionados aos ciclos hidrológicos como o controle da precipitação pluviométrica que estão relacionados a eventos hidrológicos críticos como enchentes e seca está a capacidade de concepção, planejamento e controle dos sistemas de drenagem urbana. (ALMEIDA, 2020).

## 2.3 PROBLEMAS HIDROLÓGICOS PARA AS CIDADES

O processo acelerado de urbanização, provocou no Brasil um importante crescimento da população urbana, criando os grandes centros urbanos; esse crescimento repentino deparou-se com uma cidade despreparada em planejamento e infraestrutura urbana. O crescimento exponencial da população resultou em um aumento da ocupação e impermeabilização do solo, aumento da geração de resíduos e também na contaminação dos recursos hídricos. Dessa maneira, esses fatores, combinados “suscitaram, especialmente nos grandes centros urbanos, a ocorrência de inundações e enchentes que causam diversos prejuízos para a população e para as estruturas urbanas” (ALMEIDA, 2020).

As enchentes, segundo STEIN, Ronei; SANTOS Franciane; PELINSON Natália, 2022, são eventos naturais:

“que ocorrem em todos os ambientes fluviais desde os primórdios do planeta e da humanidade, pois são oriundos de efeitos climáticos locais ou regionais. Apresentam enorme contribuição para a manutenção da dinâmica hidrológica e de processos geomorfológicos da região.” (STEIN; SANTOS; PELINSON, pág. 102. 2022).

As principais causas de enchentes é a precipitação intensa e concentrada, porém, as enchen-

tes podem estar relacionadas a causas indiretas, como o assoreamento dos rios, a incapacidade de infiltração do solo, estrangulamento dos leitos dos rios e o rompimento de barragens. (STEIN; SANTOS; PELINSON, 2022). Nas grandes cidades, segundo Jean Carlos, B Almeida, 2020 e Marcelo Miguez, 2015, uma das principais causas, é o próprio processo de urbanização. “A urbanização modifica o ciclo hidrológico, alterando suas parcelas e o balanço hídrico da bacia hidrográfica urbanizada.” (MIGUEZ. 2015).

As bacias hidrográficas, podem ser definidas como uma região sobre o solo, na qual existe o escoamento superficial, e em qualquer ponto converge para um único ponto fixo. A bacia hidrográfica é uma área abastecida por águas das chuvas, águas subterrâneas ou de outros corpos de água, que escoam em direção a um determinado curso de água, abastecendo-o. (STEIN; SANTOS; PELINSON, 2022).

Já, as inundações, segundo STEIN, Ronei; SANTOS Franciane; PELINSON Natália, 2022, também são eventos naturais:

“A inundação, da mesma forma que as enchentes,   um fen meno natural, que ocorre quando a enchente atinge a cota acima do leito maior do rio, ocasionando o extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais, como planície de inunda o, várzea ou leito maior do rio. No entanto, as áreas ficam inundadas por um período maior de tempo.” (STEIN; SANTOS; PELINSON, pág. 104. 2022).

As causas das inunda es estão relacionadas, a interven o da ocupa o humana das áreas favoráveis   inunda o, resultando em enormes prejuízos aos moradores e problemas socioambientais. (STEIN; SANTOS; PELINSON, 2022). Segundo Marcelo Miguez, 2015, “o desenvolvimento da urbaniza o das cidades, em bacias hidrográficas leva a processos de interven o humana que tendem a agravar seriamente os eventos de inunda o das cidades.” sendo os principais agravantes desses eventos como: retirada da cobertura vegetal; impermeabiliza o do solo; canaliza o; ocupa o de áreas potencialmente alagáveis; resíduos sólidos; faveliza o; interven es urbanas físicas nos cursos de  gua. (MIGUEZ. pág. 46. 2017).

Portanto as enchentes ou cheia,   um aumento do nível de água temporário devido ao aumento das chuvas atingindo a cota máxima do canal porém sem transbordamento. (ALMEIDA, 2020; STEIN; SANTOS; PELINSON, 2022). As inunda es são o transbordamento das águas de um destes canais de drenagem. O alagamento   o acúmulo de águas nas ruas e nos perímetros urbanos,   um acúmulo momentâneo de  guas em determinados locais, causados por problemas do sistema de drenagem urbana. (ALMEIDA, 2020; STEIN; SANTOS; PELINSON, 2022).

Os problemas dos excessos dos períodos de chuvas podem gerar grandes inunda es, ou alagamentos nas cidades a depender do seu preparo em infraestrutura de drenagem urbana. Como vimos os riscos hidrológicos abrange: as inunda es e os alagamentos. As inunda es são fen menos naturais, resultantes do derramamento de corpos d’água em períodos de grande volume pluviométrico, que ocorrem frequentemente como parte do ciclo hidrológico. E ainda, quando as inunda es ocorrem em rios com alta declividade, podem surgir enxurradas, com grande poder de arraste, podendo transportar sedimentos em grande quantidade. Os alagamentos, se relacionam com problemas na falha dos sistemas de drenagem urbana.

No entanto as inunda es e os alagamentos, apesar de terem origens diferentes, ambas produzem riscos semelhantes, como Marcelo Miguez, 2017 registra como: “invadindo casas, danifi-

cando bens e infraestruturas, paralisando o tráfego, serviços públicos e atividades econômicas, permitindo a propagação de doenças de veiculação hídrica, entre outras consequências danosas.” (MIGUEZ, 2017).

Outro fator que contribui para os alagamentos nas cidades, é a incapacidade de infiltração do solo. Uma grande área livre natural, coberta por vegetação e com cursos de água bem definidos possui equilíbrio e estabilidade para lidar com grandes períodos de chuvas, fazendo com que a água se infiltre naturalmente no solo e continue o ciclo hidrológico de forma natural com o ecossistema.

Quando nos deparamos com a cidade uma grande área urbanizada, e a urbanização na prática segundo Manoel H. C. Botelho, 2017 é: “retirar considerável parte de sua vegetação; [...] abrir ruas, fazendo-se cortes e aterros; criar plateau para as edificações; edificar nos lotes; pavimentar ruas; colocar gente na área.” (BOTELHO. pág 18. 2017). Essa urbanização modifica a paisagem natural e interfere na infiltração da água no solo. STEIN, Ronei; SANTOS Franciane; PELINSON Natália, 2022, também compartilha do mesmo pensamento, afirmando que:

“Outro fator que interfere na infiltração da água são as construções. O concreto, o asfalto, as residências, entre outros, fazem a água não ter mais contato com os solos, favorecendo o escoamento superficial. Atrelado a isso, muitas vezes, um sistema de drenagem inadequado nas cidades acarretam graves problemas em períodos de chuva, como inundações. Muitas vezes, os recursos hídricos estão canalizados ou foram soterrados para dar lugar a obras civis, o que contribui ainda mais para esta problemática.” (STEIN; SANTOS; PELINSON, pág 109. 2022).

Somado a isso, o crescimento das cidades resulta no aumento da área edificada e consequente a impermeabilização do solo, o que altera a hidrologia e o também o clima local. Dessa maneira o processo de urbanização, ao modificar os padrões de uso do solo, como antes era uma área livre e natural, normalmente acaba por agravar as enchentes, inundações e alagamentos urbanos, devido à maior disponibilização de escoamentos superficiais. (MIGUEZ, 2015).

“A remoção da vegetação natural, a impermeabilização de vastas áreas sem o devido controle, a redução de áreas naturais de retenção pela regularização do terreno e a eventual ocupação de áreas marginais aos rios são algumas das inúmeras ações críticas para a drenagem de uma bacia.” (MIGUEZ. 2015).

No Brasil, a ocorrência de fortes chuvas é comum, provocando enchentes e inundações, visto que ocorreram mudanças significativas da cobertura vegetal, o que acabou por afetar o ciclo hidrológico, devido à diminuição da infiltração e ao aumento do escoamento superficial, que pode provocar erosão, inundações e alagamentos, estes problemas urbanos constituem um dos principais desafios das grandes cidades brasileiras e os prejuízos são inúmeros, interferindo com os setores de habitação, transporte, saneamento e saúde pública. (STEIN; SANTOS; PELINSON, 2022; MIGUEZ, 2015).

“Estatísticas mostram que as cheias são o fenômeno natural que mais causa danos e perdas ao redor do mundo. De acordo com Freeman (1999), 60% das perdas de vidas humanas e 30% das perdas econômicas causadas por desastres naturais ocorrem devido a enchentes. Clarke e King (2004) apresentam um mapa de desastres, relacionado a enchentes, mostrando a proporção de mortes e perdas por continente. Os números são impressionantes. Na Ásia, entre 1992 e 2001, foram contabilizadas 50.034 mortes e perda de 105 bilhões de dólares. Nas Américas, foram contabilizadas 35.848 mortes e 31 bilhões de dólares em perdas. Na Europa, 32 bilhões de dólares em perdas foram computados, com 1.362 mortes. [...] Se considerarmos apenas os registros de inundações, nas Américas Central e do Sul, (de 1970 a 2010) a parcela desse tipo de desastre chega a 40% do total, alertando para a importância do tema.” (MIGUEZ. pág. 11. 2017).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas, o Brasil pode ser classificado em três tipos de clima, sendo: equatorial, tropical e temperado. O clima equatorial compreende boa parte do país, principalmente a região da Floresta Amazônica, onde chove quase diariamente e faz muito calor. O clima tropical varia de acordo com a região, mas normalmente é quente e com chuvas irregulares. O Sul do Brasil é a região mais fria, e é predominante o clima temperado que, no inverno, pode atingir temperaturas negativas e ocorrer neve. (EDUCA, 2024).

No Brasil, segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), unidade de pesquisa do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), foram registrados no ano de 2023 de Janeiro a Novembro; 3155 alertas para a Sala de Situação do Cemaden, sendo registrados o total de 779 ocorrências em municípios monitorados, destes 472 ocorrências hidrológicas e 307 geológicas. Isso significa dizer que: levando em consideração as ocorrências por dias no ano, notamos que no período de 334 dias houve pelo menos 9,45 alertas por dias sendo 2,33 ocorrências para desastres naturais, 1,41 ocorrência hidrológica, podendo ser inundações e enxurradas por dia no Brasil.

Segue abaixo o gráfico de dados, que relaciona, os alertas emitidos, e origens de ocorrências, durante o ano de 2023, conforme os boletins de Impactos de Extremos de Origem Hidro-Geo-Climáticos em Atividades Estratégicas para o Brasil de N°51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60 e N°61, de Janeiro a Novembro de 2023. (CEMADEN, 2024).

### Boletins de Impactos de Extremos de Origem Hidro-Geo-Climáticos

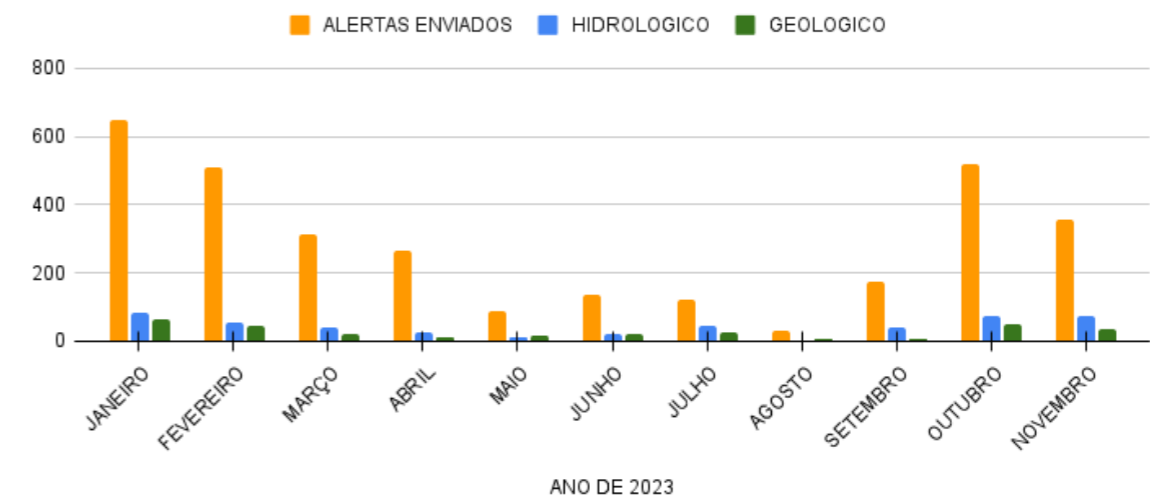
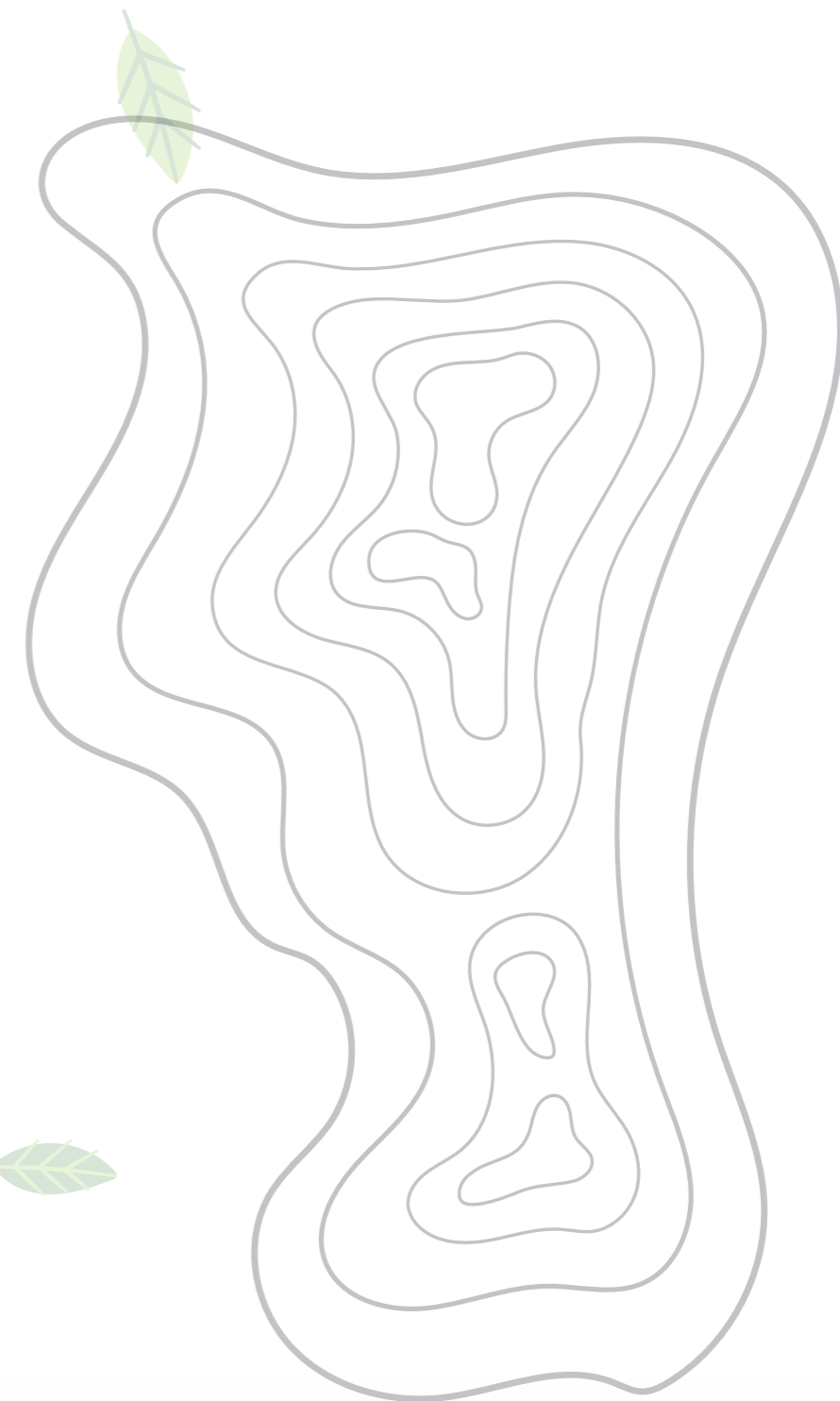
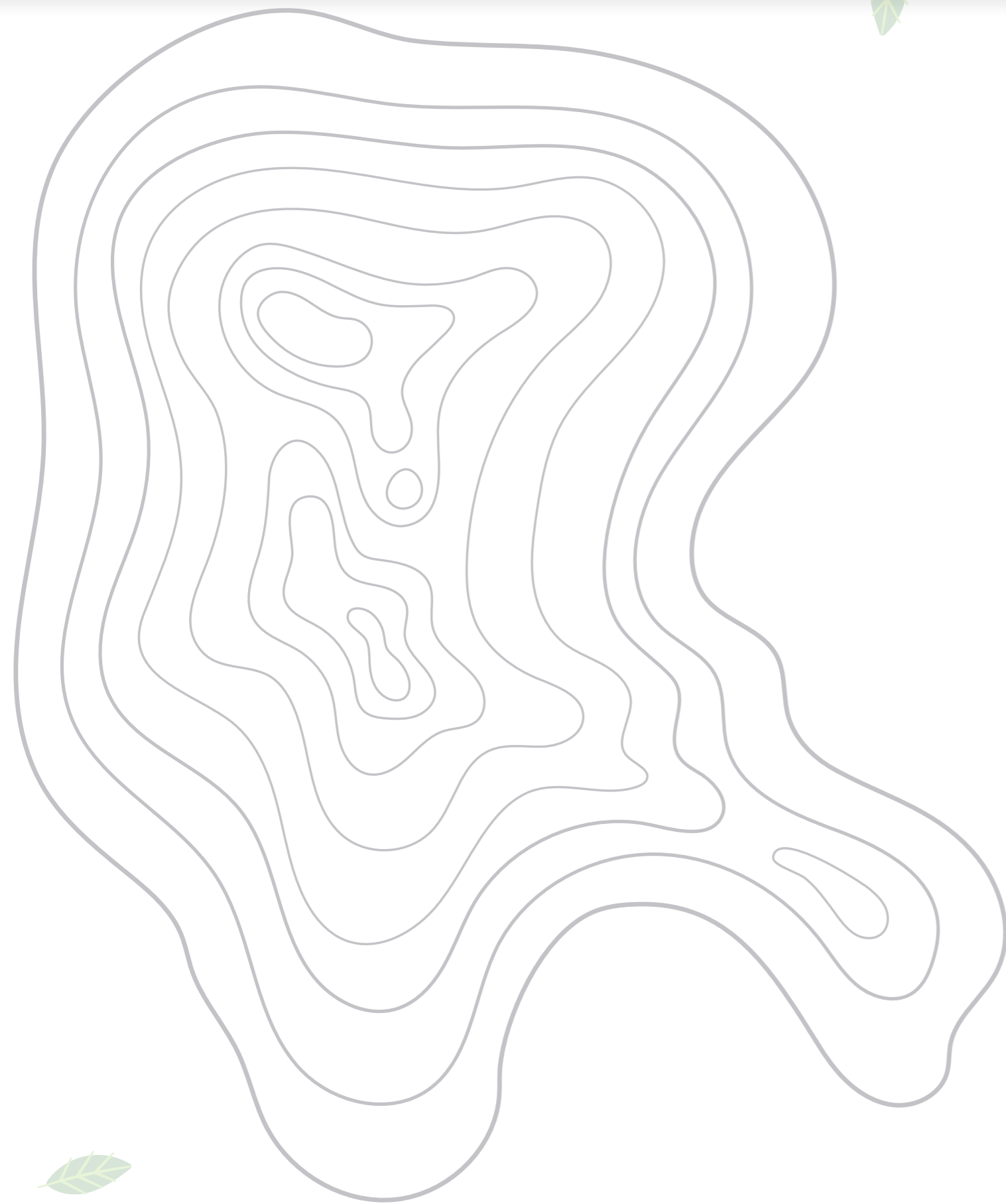


GRÁFICO 1. GRÁFICO EM BARRAS DOS BOLETINS DA CEMADEN, FONTE: Elaborado pela autora, 2024.

O Brasil registrou o maior número de desastres naturais em 2023. De acordo com dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (Cemaden), foram registrados 1.161 eventos de desastres hidrológicos ou geo hidrológicos no país ao longo do ano. Sendo 716 associados a eventos hidrológicos, como transbordamento de rios, e 445 de origem geológica, como deslizamentos de terra. Na média, foram registrados pelo menos três desastres por dia. O número supera os registros de 2022 e 2020. Foram registradas 132 mortes associadas a eventos relacionados a chuvas, com 9.263 pessoas feridas ou enfermas, e 74 mil desabrigados. Em questões econômicas, foram gastos R\$25 bilhões, somadas as áreas pública e privada. Além de mais de R\$5 bilhões em obras de infraestrutura e instalações públicas e unidades habitacionais. (ECO, 2024; CNN, 2024; G1, 2024; e BRASIL, 2024).

Compreendemos portanto, que as enchentes são eventos naturais com contribuições importantes para a dinâmica hidrológica e a manutenção da vida no planeta, as causas diretas dos problemas hidrológicos incluem precipitação intensa e concentrada, como as causas indiretas de assoreamento de rios e a urbanização. Sendo ela a responsável por alterar o ciclo hidrológico, dificultando a infiltração da água no solo, também interfere na paisagem natural, reduzindo a capacidade de infiltração e favorecendo o escoamento superficial, potencializando os problemas hidrológicos em períodos de chuva.

Somados à isso, à falta de sistemas de drenagem urbana, de planejamento e infraestrutura são consequências danosas, como enchentes, inundações e alagamentos, estes desastres naturais podem impactar a vida da população local, trazendo prejuízos às propriedades, infraestruturas, à saúde pública com a propagação de doenças, perdas de bem materiais, danos à infraestrutura da cidade e em casos mais aterrorizantes a perda da vida.



## 3 SOLUÇÕES PARA INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS

Este capítulo tem como objetivo trazer possíveis soluções a serem utilizadas nas cidades brasileiras como medidas de mitigação. Será abordado os conceitos sobre a drenagem urbana tradicional, compreender do que se diz respeito às medidas de mitigação, entender os conceitos sobre o urbanismo sustentável, sobre a drenagem urbana sustentável e as medidas práticas utilizadas para este modelo de drenagem urbana como: áreas verdes; áreas permeáveis, ecopavimentos; bacias de infiltração, bacias de retenção, bacias de detenção; piscinões, jardins de chuvas e wetlands.

### 3.1 CONCEITOS DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA, TRADICIONAL

Quando se pensa em uma linha de projeto de drenagem urbana tradicional, podemos defini-la como o conceito de uma rede ramificada, da qual é projetada para escoamentos com superfície livre, de maneira natural, permitindo que a gravidade conduza o escoamento da água pela superfície através da gravidade (MIGUEZ, 2015).

Em primeiro momento, quando existe uma necessidade para se projetar a ocupação de uma área urbana, alguns itens importantes devem ser levados em consideração, sendo eles: a topografia da área, de forma que se evite urbanizar áreas excessivamente íngremes, a orientação é de que em áreas com declividade superior a 30% essa área seja de uso livre, mantendo a vegetação nativa, protetora e se for o caso de urbaniza-lá, precisa de estudos minuciosos. Cabe o estudo da geologia da área; o traçado das ruas, sendo este o grande elemento que define o curso do sistema de drenagem pluvial; e por último o sistema pluvial, que compreende as calhas das ruas, galerias, escadarias, rampas, responsáveis por conduzir a água da cidade até aos córregos e rios. O Sistema pluvial, cuida de evitar erosões de terrenos, erosões na pavimentação urbana, alagamentos da calha viária, aquaplanagem, chegada adequada das águas das chuvas aos cursos de água da região (BOTELHO, 2017).

Para uma melhor compreensão do projeto de drenagem podemos dividir em duas partes os sistemas de drenagem sendo; o sistema de microdrenagem e o sistema de macrodrenagem.

O Sistema de microdrenagem é composto por um conjunto equipamentos, que são responsáveis por captar e conduzir as águas pluviais durante e após a ocorrência das chuvas, é o sistema que trata do escoamento, que engloba desde os telhados das edificações, até as áreas das ruas, dos parques, jardins. O sistema deve captar e conduzir o volume de água de forma rápida e segura evitando os alagamentos (MIGUEZ, 2015 e STEIN, SANTOS, PELINSON, 2022).

São elementos básicos como dispositivos de captação e direcionamento de águas pluviais do sistema de microdrenagem: meios-fios/guias, sarjetas, bocas de lobo/bocas coletoras, galerias, poços de visita, tubos de ligação, caixas de ligação, bocas de leão, grelhas, ralos, bocas de lobo contínuas, canaletas de topo e de pé de talude (BOTELHO, 2017; MIGUEZ, 2015 e STEIN, SANTOS, PELINSON, 2022).

O Sistema de macrodrenagem, se trata de uma rede de escoamento que recebe a quantidade resultante da precipitação das chuvas sobre a superfície urbana captadas pela microdrenagem, e então à conduz na escala da bacia para as redes principais de galerias, bacias e canais a céu aberto, a macrodrenagem deve ser capaz de conduzir toda a produção de escoamento de contribuição da bacia associada a essa rede (MIGUEZ, 2015 e STEIN, SANTOS, PELINSON, 2022).

A rede de macrodrenagem [...] é aquela composta pelos próprios rios e córregos que compõem a bacia. Com o processo de urbanização, torna-se usual a introdução de estruturas hidráulicas artificiais na rede natural de macrodrenagem, com o objetivo de retificar rios e aumentar a capacidade de descarga, para diminuir áreas alagadiças e adaptar a rede de drenagem à nova situação de escoamento superficial, gerada pela impermeabilização de parte da bacia. (MIGUEZ, pág. 249. 2015).

Os principais equipamentos utilizados na rede de macrodrenagem são os naturais e artificiais como: os rios, naturais, ou retificados; os canais artificiais e as galerias; canais artificiais dissipadores de energia; ressalto hidráulico; canais abertos; barragens; vertedouros; queda, calha e degrau; bacia de acumulação; bacias dissipadoras; proteção de taludes; aterramento; obras de pavimentação e drenos (MIGUEZ, 2015 e STEIN, SANTOS, PELINSON, 2022).

### 3.2 O QUE SÃO MEDIDAS DE MITIGAÇÃO?

Mitigar significa diminuir a intensidade. A mitigação entra em cena quando um sistema de prevenção falha e a cidade fica exposta aos riscos, podendo essas falhas serem por crescimento descontrolado, mudanças climáticas ou eventos de chuva se tornarem mais intensos.

Quando há uma situação de risco instalada, medidas prévias de mitigação de risco podem ser implementadas. Essas medidas podem lidar sobre a geração do escoamento, sobre o sistema econômico de maneira que reduza a vulnerabilidade resultando em menos perdas e criação de condições de convívio, pode intervir também no espaço construído em escala local e fazer adequações. (MIGUEZ, 2017).

Para Marcelo Miguez (2017) as principais medidas de mitigação de controle de cheia na escala da bacia são: a canalização; diques marginais e pôlderes; obras de desvio/canais extravasores; reservatório de detenção e retenção; seguros; construções à prova de inundações; limpeza de logradouros; coleta de lixo e educação ambiental.

### 3.3 O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E URBANISMO SUSTENTÁVEL

Em primeiro momento, vamos definir o que é sustentabilidade. Segundo a Organização das Nações Unidas, (ONU) a sustentabilidade é uma necessidade de satisfazer as demandas atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprirem as suas próprias necessidades, sendo assim a sustentabilidade basicamente necessita de um equilíbrio entre três bases de apoio, sendo elas: o desenvolvimento econômico, a proteção do meio ambiente e a justiça social (WWF, 2024; PUC, 2023).

O conceito de urbanismo sustentável consiste na possibilidade de criar cidades mais equilibradas, saudáveis e resilientes para manter as gerações presentes e futuras. Dessa maneira, o planejamento urbano sustentável busca formas de mitigar o impacto do crescimento populacional desenfreado, reduzindo o impacto ambiental, pela criação de espaços públicos e privados seguros que garanta o bem-estar e o convívio social. (PUC, 2023).

O Urbanismo sustentável é um conceito que busca promover o desenvolvimento de cidades tendo como base o seu uso consciente, multifuncional e equilibrado com os recursos naturais, levan-

do em consideração a preservação do meio ambiente, a qualidade de vida dos habitantes e a eficiência dos recursos utilizados priorizando a redução dos impactos ambientais para o meio ambiente.

São quatro pontos estruturantes utilizados como estratégias de planejamento urbano sustentável sendo eles: meio ambiente, busca a eficiência no uso dos recursos energéticos, priorizando fontes renováveis de energia, respeitar as características locais da cidade como o clima, bioma, e solo, buscando a sua preservação; mobilidade de maneira que busque planejar o traçado urbano priorizando o transporte coletivo, veículos compartilhados, o uso de bicicleta e independência de automóveis de forma que se possa fazer tudo caminhando; qualidade de vida; colocar as pessoas como o ponto central da cidade ao invés de priorizar o traçado urbano dos carros, fomentar programas habitacionais, criar ambientes urbanos que proporcionem relações humanas com o tecido urbano, preservando a identidade cultural; interação governo cidadão engajar a população nas tomadas de decisão criando junto uma relação para futuras políticas públicas. (PUC, 2023).

## 3.4 O CONCEITO DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

A drenagem urbana sustentável é uma metodologia de drenagem que fornece uma opção para a distribuição de forma direta de águas superficiais, propõe-se a reduzir os alagamentos e inundações de maneira a melhorar a qualidade das águas evitando a perda de biodiversidade, esse tipo de drenagem reduz a taxa de fluxo de água superficial, elevando a capacidade de armazenamento de água e conter o transporte de poluição por meio aquático. A drenagem urbana sustentável é uma das melhores soluções que se destaca pelo seu desenvolvimento urbano de baixo impacto, com soluções eficazes e de baixo custo quando comparadas às propostas de drenagem urbana tradicional (OLIVAL, et al, 2017).

A visão tradicional da drenagem urbana tem como fundamentos fazer a remoção das águas pluviais pela jusante, que é seguir as direções por onde correm as águas em direção a bacia hidrográfica, o fluxo normal da água, executar projetos e obras como medida estrutural e a visão é obter foco em questões econômicas. Esta visão tradicional tem como consequências o deslocamento dos problemas gerados, visto que a jusante acabava sendo mais prejudicada em razão do maior pico de vazão causado pelas obras de canalização nas áreas montantes, que significa em direção à nascente, contra-corrente. E em contrapartida o conceito de sistemas de drenagem sustentáveis, também pode ser denominado por SiDs, busca a compreensão das relações entre a visão, social, ambiental, legal e econômico (OLIVAL, et al, 2017).

Para KOBAYASHI, et al, (2008) a drenagem sustentável baseia-se basicamente em três tipos de ações:

1. Evitar desmatamento, erosões e assoreamento dos rios e lagos.
  2. Gestão urbana - a drenagem urbana sustentável deve fazer parte do plano diretor da cidade.
  3. Manutenção dos recursos hídricos e a qualidade das águas superficiais e subterrâneas
- (KOBAYASHI, et al. pág. 5. 2008.)

Para resolver o problema da drenagem nas cidades, é preciso criar uma ação integrada entre a população e o poder público, podendo ser de iniciativa privada ou pública, através da educação, conscientização dos habitantes, buscando formas de promover qualidade de vida, preservando e conservando o meio ambiente, de maneira que seja possível manter dos espaços garantindo saúde e sustentabilidade para a geração atual e futura. (KOBAYASHI, et al. 2008.)

## 3.5 SOLUÇÕES DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

As soluções de drenagem urbana sustentável são técnicas e práticas utilizadas para gerenciar as águas pluviais de forma sustentável em áreas urbanas. Oposto ao sistema tradicional que busca canalizar a água da chuva para sistemas de drenagem convencionais, as soluções de drenagem urbana sustentável buscam reter, infiltrar, tratar e reutilizar a água, promovendo a sustentabilidade hídrica e ambiental.

Algumas das soluções de drenagem urbana sustentável que veremos neste subcapítulo são: áreas verdes, áreas permeáveis, pavimentos permeáveis, ecopavimentos, bacias de infiltração, jardins de chuvas, piscinões e wetlands. Essas soluções são opções para reduzir o impacto das inundações e alagamentos, melhorando a qualidade da água, promovendo a recarga dos lençóis freáticos e contribuindo para a sustentabilidade das áreas urbanas.

### 3.5.1 Áreas Verdes

O crescimento acelerado das regiões metropolitanas do país, que resultaram em maior impermeabilização do solo, também contribuiu para que surgisse um novo questionamento no planejamento urbano; como executar corretamente o manejo das águas pluviais? Surgiram então legislações que criaram a obrigatoriedade de áreas verdes e áreas permeáveis em lotes particulares e espaços públicos. Essas medidas se enquadram na classificação de medidas estruturais de infiltração e/ou retenção, logo elas têm a responsabilidade de intervir e modificar os espaços para que eles possibilitem a retenção da água da chuva e não sobrecarregue as vias e os sistemas públicos de microdrenagem (OLIVAL, et al, 2017).

Segundo o Art. 8º, § 1º, da Resolução CONAMA Nº 369/2006, considera-se área verde:

“de domínio público, [...], o espaço de domínio público que desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização”. (RESOLUÇÃO CONAMA Nº 369/2006).

As áreas verdes urbanas são consideradas como áreas de uso conjunto de espaços intra urbanos que apresentam cobertura vegetal, arbórea, arbustiva ou rasteira e que colabora de modo significativo para a qualidade de vida e para o equilíbrio ambiental. As áreas verdes estão presentes em diferentes tipos de situações como por exemplo: em áreas públicas; em áreas de preservação permanente (APP); nos canteiros centrais; nas praças, parques, florestas; unidades de conservação (UC) urbanas; nos jardins institucionais; e nos terrenos públicos não edificadas. São exemplos de áreas verdes urbanas: praças; parques urbanos; parques fluviais; parque balneário e esportivo; jardim botânico; jardim zoológico; alguns tipos de cemitérios; faixas de ligação entre áreas verdes; parques urbanos; parques lineares; corredores verdes; faixas não edificáveis.

A utilização da infraestrutura de áreas verdes na cidade colabora, principalmente, para a superação de eventos climáticos, tais como inundações e alagamentos, colabora também evitando deslizamentos. Além dos benefícios somados ao sistema de drenagem urbana, as áreas verdes são extremamente sustentáveis, são capazes de combater a poluição do ar, regulam a umidade, a temperatura e reduzem os ruídos da cidade. (OLIVAL, et al, 2017).

São exemplos de áreas verdes: Jardins; Parques urbanos; Parques lineares; Corredores verdes; Praças; Faixas não-edificáveis; Faixas sanitárias.

O Aterro do Flamengo, é o maior parque urbano localizado no Rio de Janeiro, foi desenvolvido na década de 1950 com projetos urbanísticos de Affonso Reidy e paisagísticos de Burle Marx. Iniciado em 1961, o aterro transformou uma área entre o Aeroporto Santos Dumont e a enseada de Botafogo, incluindo a construção do Parque do Flamengo, que oferece uma extensa área ajardinada, praias artificiais, e diversas instalações recreativas. O aterro, feito com material do desmonte do morro de Santo Antônio, visava criar terrenos valorizados e melhorar a conexão entre o centro e a zona sul da cidade. O projeto foi parte de um esforço mais amplo para lidar com o crescimento urbano acelerado e melhorar a infraestrutura viária do Rio de Janeiro. A área, restaurada em 1999, é um exemplo notável de urbanização integrada com paisagismo de alta qualidade. (CULTURAL, 2024).



IMAGEM 01. ATERRO DO FLAMENGO. FONTE: COPACABANA, 2020.

Os parques urbanos, são áreas verdes que mais se destacam provavelmente pela escala em que são projetados, auxiliam significativamente para a qualidade ambiental, e soma-se a isso o seu uso multifuncional que além da área aberta possui pavilhões, museus, bibliotecas, planetários entre outros (OLIVAL, et al, 2017).

Os parques lineares executados em centros urbanos apresenta-se propício para a compatibilização socioambiental da área utilizada. O uso do rio, dentro do parque linear acaba atuando como elemento paisagístico e como fonte de lazer para a população, desse modo é possível utilizá-lo como uma medida não estrutural a fim de promover conscientização à população (OLIVAL, et al, 2017).

Os parques lineares possuem potencial para assumir diferentes dimensões, como por exem-

plo o Parque Linear Canivete e o Parque Ecológico do Tietê, ambos em São Paulo.

O Parque Linear Canivete faz parte do projeto de Borda da Cantareira, que prevê a implantação de parques e áreas verdes entre a urbanização e a Serra da Cantareira, como forma de evitar a ocupação em áreas de proteção ambiental na serra. Além da recuperação de 900 metros do Córrego Canivete, as intervenções reduziram riscos ambientais em duas áreas: a encosta e o córrego; qualificaram 46.000 m<sup>2</sup> de áreas verdes públicas e restauram as principais avenidas com pavimentação, calçadas, drenagem, iluminação pública e arborização viária. (SP, 2022).

Ambos os parques eram um córrego que foi transformado em parque linear. O Parque Ecológico do Tietê, se destaca atualmente como o maior parque linear do mundo, contando com 14,1 milhões de metros quadrados.



IMAGEM 02. PARQUE LINEAR CANIVETE. FONTE: SP, 2022.



IMAGEM 03. PARQUE ECOLÓGICO DO TIETÊ. FONTE: SP, 2015.

### 3.5.2 Áreas Permeáveis

Para controle do uso e ocupação dos solos em lotes privados e públicos, houve a necessidade de criação da “taxa de permeabilidade” item obrigatório para os documentos de zoneamento e planejamento urbano, a taxa de permeabilidade é a água que penetra no solo, sendo dividida pela área total do lote. O valor de cada percentual varia conforme a localização do lote, de forma que beneficie a rede de drenagem (OLIVAL, et al, 2017).

É indicado a utilização de superfícies vegetadas para lotes de áreas residenciais e próximos de vias, como áreas gramadas que possibilitam fácil manutenção e limpeza. Em alguns casos não é possível obter essa área mínima de permeabilização, o que somado aos períodos chuvosos aumenta o volume escoado e os picos de vazão na rede muito rápido, diminuindo significativamente o tempo de escoamento e fazendo com que os os períodos de cheias sejam mais críticos (OLIVAL, et al, 2017).

### 3.5.3 Pavimentos Permeáveis

Os pisos permeáveis foram criados como opção para assegurar a permeabilidade dos solos e possibilitar áreas de circulação e mobilidade urbana, além disso eles reduziram o escoamento superficial, quando comparado aos pavimentos comuns. Podem ser utilizados em: vias, calçadas, estacionamentos, pátios, quintais residenciais, parques e praças. Possuem diferentes modelos de utilização como: asfalto poroso; concreto permeável; pisos intertravados; britas e pedriscos; pavimentos permeáveis reservatórios. (OLIVAL, et al, 2017).

[...] A utilização do concreto permeável se torna uma das alternativas para redução de problemas hídricos voltados à falta de drenagem em um pavimento e, através do escoamento pluvial, há a possibilidade de gerar uma alta captação e armazenamento, auxiliando no abastecimento de água [...] (CONTE, et al. 2022).

As vantagens apresentadas por esse tipo de pavimentação são: tratamento da água da chuva por redução de poluentes, diminuição da necessidade de canais de drenagem, diminuição de derrapagens e ruídos nas vias, não necessitar de um espaço exclusivo visto que será instalado no solo. Como desvantagens podemos destacar: poucos engenheiros e aplicadores que dominam o material, exigência de manutenção periódica e limpeza minuciosa dos sedimentos finos retidos na superfície. A depender do material ele não é resistente a condições climáticas extremas, podendo trincar ou ser obstruído com temperaturas muito frias ou muito quentes, não é resistente a grandes tensões, deve ser usado em locais de tráfego mais leve (OLIVAL, et al, 2017).

### 3.5.4 Ecopavimentos

É uma solução de drenagem urbana que visa aumentar a área permeável nos centros urbanos e assim reduzir o impacto das enchentes. O Ecopavimento é constituído de grelhas alveoladas de plástico produzidas a partir de materiais reciclados, que espalham os esforços do fluxo de automóveis no trânsito.

O formato desse equipamento permite a passagem de água e ar, contribuindo para o aumento de áreas de biodiversidade. É diferente dos pavimentos convencionais por apresentar melhor desempenho do ponto de vista ambiental, estético e econômico. Pode ser aplicado em substituição a pavimentação em locais de tráfego lento como: arruamento de condomínios, acostamento de estradas, trilhas, acesso de pedestres, bacias de infiltração, além de estacionamentos de empresas, shoppings e supermercados. (OLIVAL, et al, 2017).

Como exemplo de ecopavimento, a empresa Braston, pioneira em inovações sustentáveis, desenvolveu o Pisograma, um ecopavimento ideal para áreas verdes que precisam suportar tráfego intenso de pedestres e veículos, mantendo a permeabilidade do solo. Fabricado com ferro armado para maior resistência, o Pisograma reflete o compromisso da Braston com a qualidade e a sustentabilidade, alinhado às suas placas permeáveis inovadoras no mercado brasileiro. (BRASTON, 2024).

As imagem 23 e 24, ao lado, mostram o uso do Pisograma exclusivamente nas vagas de estacionamento, garantindo a permeabilidade do solo e facilitando a manutenção da grama, enquanto a via de acesso permanece pavimentada, sem comprometer o tráfego.



IMAGEM 04. APLICAÇÃO DE PISOGRAMA EM VAGAS VERDES. FONTE: BRASTON, 2024.



IMAGEM 05. PISOGRAMA. FONTE: BRASTON, 2024.

### 3.5.5 Bacias de Infiltração

As bacias de infiltração são uma estrutura construída para captar e armazenar água da chuva, permitindo que ela se infiltre lentamente no solo. Essa técnica é utilizada para controlar o escoamento da água e recarregar aquíferos possibilitando o uso dessa água em períodos de estiagem, também contribui melhorando a paisagem e para a prevenção de inundações, degradação de terrenos e habitações, retardamento da taxa de resposta do escoamento das áreas pavimentadas e do sistema de drenagem artificial, reduz os alagamentos nas vias pavimentadas e evitando enchentes. A bacia de infiltração geralmente é construída com material permeável, como cascalho, areia e pedras, e pode ser integrada ao sistemas de drenagem sustentável em áreas urbanas. (OLIVAL, et al, 2017).

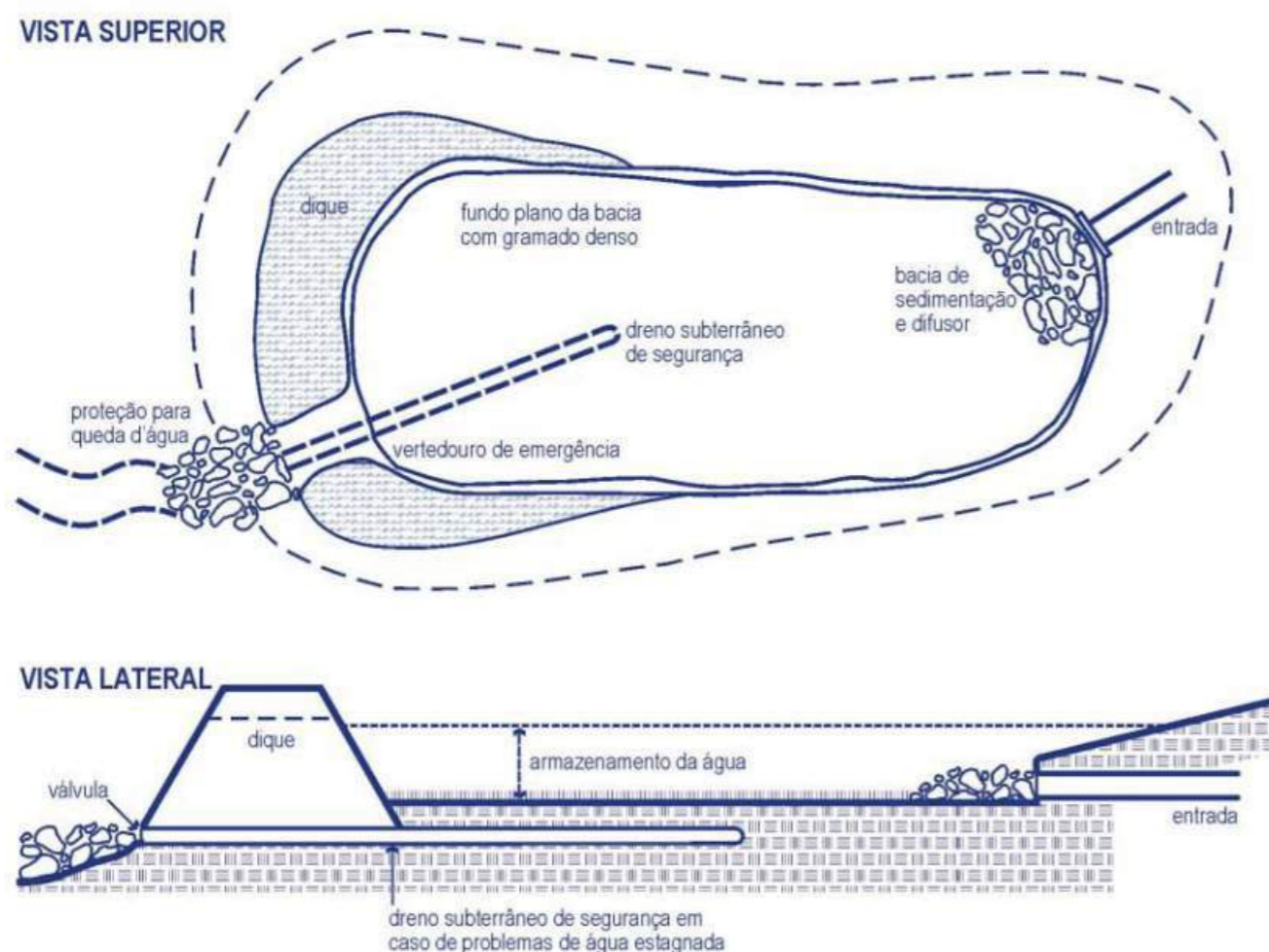


IMAGEM 06. BACIA DE INFILTRAÇÃO. FONTE: SUDERHSA, 2002 apud SCHUELER, 1987, pág. 56.

Como exemplo de bacia de infiltração construída, a Prefeitura de Mucuri/BA, realizou a construção de uma Bacia de Retenção e Infiltração na Rua Nova Viçosa, que ajudará a coletar e infiltrar a água da chuva, reduzindo o risco de inundações. A obra faz parte de um projeto maior de macrodrenagem e requalificação urbana, visando melhorar a qualidade de vida e a infraestrutura da cidade. (MACURI, 2023).



IMAGEM 07. BACIA DE INFILTRAÇÃO. FONTE: PREFEITURA, Mucuri, 2023.

Na imagem acima podemos verificar a construção de uma bacia de infiltração com os dutos de captação para o sistema de drenagem urbana, o revestimento das paredes com pedra o que propicia a drenagem e infiltração da água no solo.

As bacias de infiltração são escavadas no solo e preenchidas com materiais que otimizam a infiltração e filtragem da água. Usam-se solo permeável, brita ou cascalho para facilitar a drenagem, e areia para filtrar sedimentos. Uma manta geotêxtil pode ser adicionada para evitar obstruções. Algumas bacias também incluem vegetação, que estabiliza o solo e melhora a infiltração. (SUDERHSA, 2002).

As bacias de infiltração são semelhantes às bacias de retenção, mas diferem por terem um dispositivo que permite o esvaziamento controlado. Para garantir a segurança, essas bacias devem incluir um vertedor de emergência, e, para proteger o fundo, um dreno enterrado no leito. Elas são mais indicadas para áreas com solos permeáveis e lençol freático profundo. (SUDERHSA, 2002).

#### 3.5.5.1 Bacias de retenção

As bacias de retenção permanecem secas a maior parte do tempo, recebendo águas apenas em dias de chuva. Podem ser utilizadas para atividades de lazer, através da implantação de quadras esportivas, as bacias de retenção podem ser do tipo aberta ou subterrânea. (PORTO ALEGRE, 2023)

Em bacias abertas utiliza-se taludes laterais suaves, para evitar possíveis acidentes, são geralmente revestidas por grama, podem ser construídas na forma de arquibancadas ou rampas lisas. As bacias de retenção aberta recebem manutenção mais rápida e econômica, visto que o acesso é livre e os equipamentos são simples de serem adquiridos (PORTO ALEGRE, 2023).

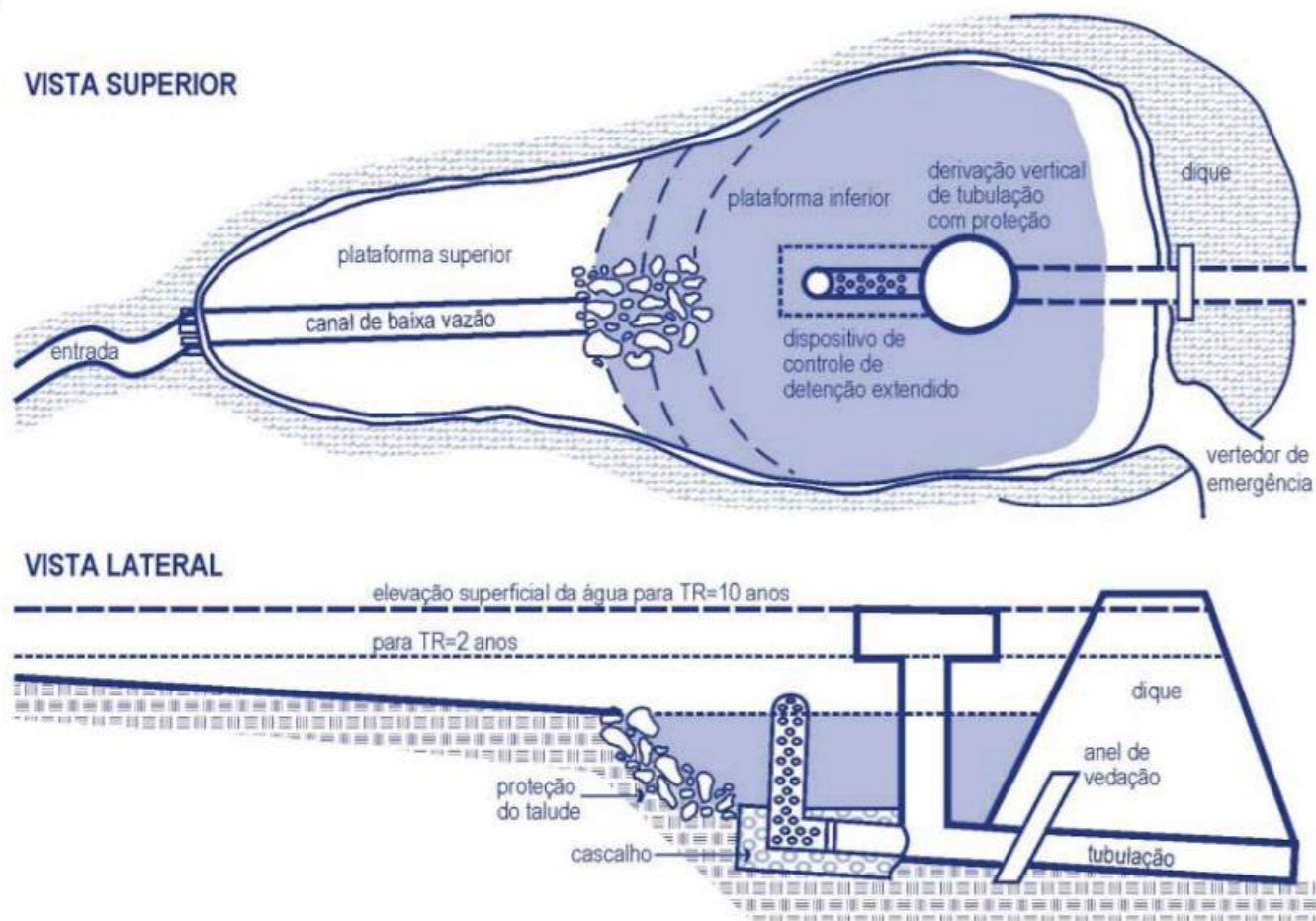


IMAGEM 08. BACIA DE DETENÇÃO. FONTE: SUDERHSA, 2002 apud SCHUELER, 1987, pág. 55.

Como exemplo construído de bacia de retenção aberta, a imagem abaixo ilustra uma quadra cimentada com arquibancadas na Avenida Polônia, Porto Alegre, que serve como ponto de encontro para partidas de futebol e eventos comunitários. As arquibancadas e rampas formam uma bacia de retenção de águas pluviais. Em dias de chuva forte, a água é armazenada nessa bacia e liberada gradualmente por drenos, prevenindo enchentes nas ruas e permitindo que o espaço seja usado novamente para lazer após a limpeza. (SOUZA, 2016).



IMAGEM 09. BACIA DE DETENÇÃO ABERTA. FONTE: SOUZA, 2016.

As bacias de retenção, subterrâneas, normalmente em projetos se prevêem, a construção de praças e áreas de lazer na parte superior da laje do reservatório de concreto. Esta tipologia de bacia necessita de equipamentos mais robustos, o custo da obra pode ser em média de 3 a 5 vezes mais alto quando comparada a implantação de bacias abertas. Como vantagem a frequência de manutenção pode ser reduzida, visto que não existe uso de lazer dentro da bacia, porém é importante haver inspeções periódicas garantindo o acesso livre das estruturas de entrada e saída, que em algum momento podem ficar entupidas por sedimentos e lixo, principalmente no caso de haver bombeamento dos efluentes (PORTO ALEGRE, 2023).

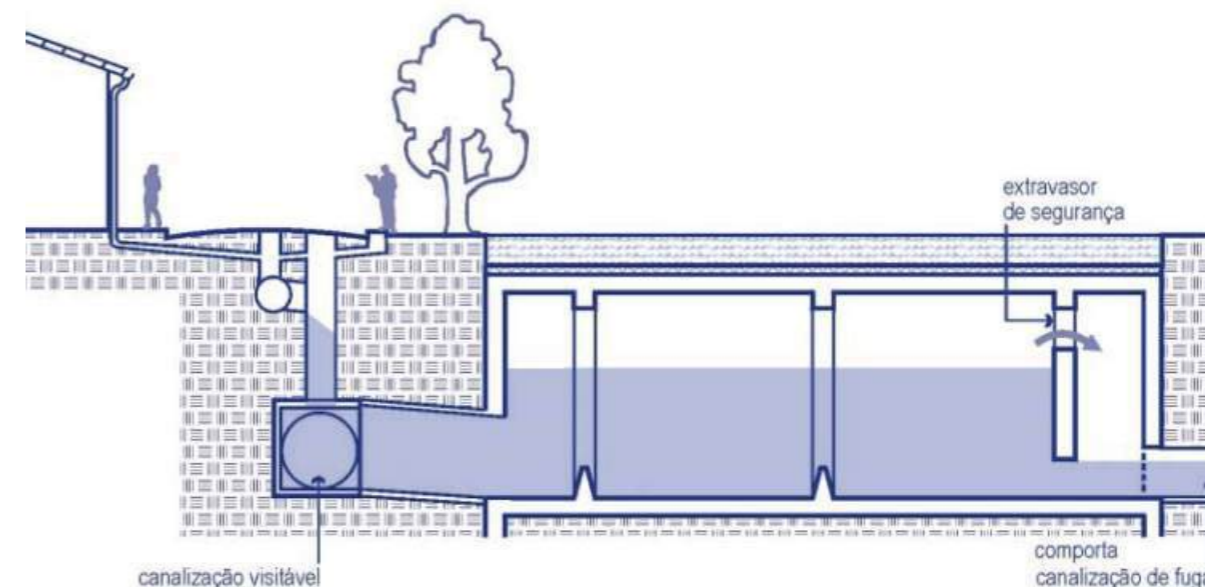


IMAGEM 10. BACIA SUBTERRÂNEA. FONTE: SUDERHSA, 2002 apud SCHUELER, 1987, pág. 58.

Na imagem acima, ilustra o projeto de uma bacia subterrânea que é um tanque impermeável construído abaixo do solo, permitindo o uso da superfície para outras finalidades, como praças ou áreas verdes. Pode ser preenchida com materiais porosos, como brita, e funciona como uma bacia de retenção, controlando o escoamento pluvial através de orifícios e válvulas. Deve incluir dispositivos para proteção contra poluição e sedimentos, além de mecanismos para prevenir gases tóxicos. Sua limpeza é necessária após cada uso, limitando sua aplicação em áreas com alta precipitação. (SUDERHSA, 2002).

### 3.5.5.1.2 Bacias de retenção

Para Camilla Olival, et al (2017) “as bacias de retenção, são conhecidas como bacias de captação ou cacimbas, podem ser construídas em área urbana ou rural, as construções são mais comuns ao lado de estradas próximas.” O Serviço Autônomo de Água e Esgoto (EMATER, 2017) de Itaúna/MG, define que “cacimbas são bacias de captação de enxurradas, são estruturas construídas no terreno, em forma de bacia, caixa ou terraço, utilizadas no controle de enxurradas e da erosão do solo.”

Para locar uma bacia de retenção em primeiro momento é preciso definir a declive do terreno, o tamanho da área de exposição, o tipo de solo e volume de precipitação local. A partir deste momento, quando existe determinado volume de chuva, o escoamento é armazenado e não é des-

carregado no sistema de drenagem urbana tradicional, como nas jusantes durante a precipitação (OLIVAL, et al, 2017).

A água armazenada pode receber a função de irrigação, manutenção de vazão mínima, pode ser evaporada ou contribuir com o volume dos lençóis freáticos. O reservatório é permanentemente preenchido com água, esta estratégia no entanto, possui a desvantagem de acumular muitos sedimentos e lixo que são carregados e coletados pelas vias urbanas e posteriormente conduzidos nestes locais, desta maneira necessita de limpeza periódica. Muitas bacias podem ser utilizadas para o lazer e paisagismo, como lagos. (OLIVAL, et al, 2017).

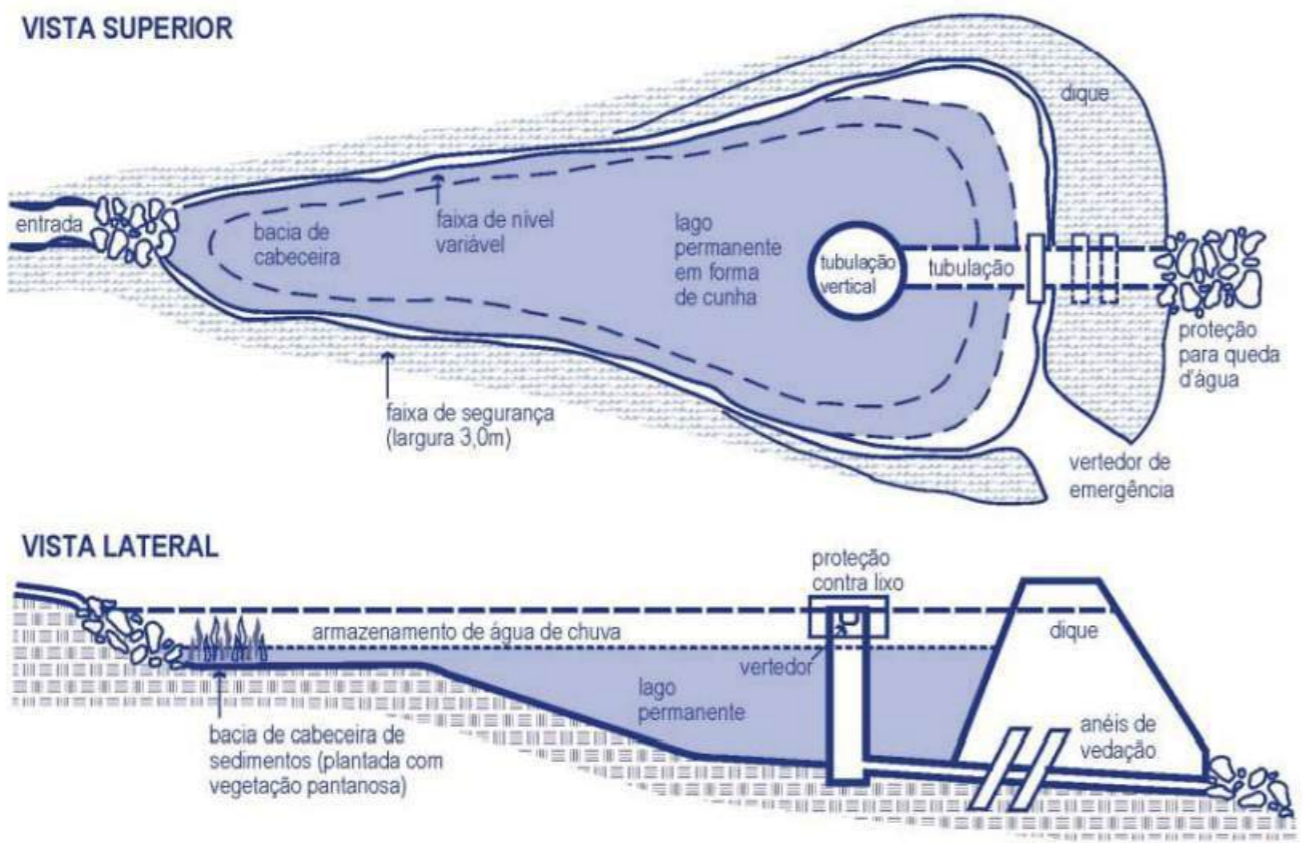


IMAGEM 11. BACIA DE RETENÇÃO. FONTE: SUDERHSA, 2002 apud SCHUELER, 1987, pág. 57.

Bacia de Retenção é um reservatório projetado para manter água continuamente, mesmo entre as chuvas intensas, mantendo uma parte de seu volume sempre cheio. Essas estruturas são usadas não apenas para controlar enchentes, mas também para melhorar a qualidade da água das enxurradas. Embora o reservatório não se esvazie completamente, seu dimensionamento deve considerar um tempo de retenção de água de 2 a 4 semanas. (SUDERHSA, 2002).

### 3.5.6 Jardins de Chuva

Os jardins de chuva, podem ser definidos como canteiros de plantas que são implantados nas calçadas e ruas, tem o objetivo de realizar a captação das águas pluviais. Este sistema contribui para diminuir as enchentes, onde a água captada sai por um cano, é bombeada para fora, escoo através de uma sarjeta e é conduzido até chegar nas aberturas do jardim, nas chamadas zonas de captação, onde grande parte dessa água fica retida ou infiltrada no solo. (CONTE, et al, 2022).

Nos jardins de chuva, o sistema funciona como um reservatório para o excesso de água, a

água captada do grande volume de chuva atravessa o solo através de uma rede de drenagem subterrânea, alinhada com a capacidade da vegetação em filtrar os poluentes da chuva, auxilia a entregar uma água mais limpa para os rios e córregos (SÃO PAULO, 2024).

Os jardins são compostos por três camadas distintas: um poço de infiltração com cerca de um metro de profundidade, uma estrutura formada por rachões, brita, terra e composto orgânico, e por fim, a plantas e flores. Esses oásis verdes, inseridos no contexto urbano de São Paulo, não só restauram a vegetação nativa, mas também contribuem para o retorno da fauna local. Além disso, promovem a conservação, preservação e enriquecimento da biodiversidade, tendo um impacto direto na qualidade de vida dos moradores da cidade (SÃO PAULO, 2024).

Os jardins de chuva podem receber variações de uso e recebem outros nomes conforme sua utilização, sendo elas: jardins de chuva tradicionais, vagas verdes, calçadas com poços de infiltração, escadarias verdes, biovaletas e land art. (SÃO PAULO, 2024).

O Jardim de chuva tradicional, diz respeito a um jardim rebaixado que capta, limpa e infiltra água da chuva sob vias pavimentadas no contexto urbano, evita pontos de alagamentos e colabora na remoção de poluentes da água (SÃO PAULO, 2024).

Os jardins de chuva, ou sistemas de biorretenção, utilizam plantas e microrganismos para filtrar poluentes e facilitar a infiltração da água da chuva, ajudando a prevenir inundações. Essas estruturas são depressões rasas que captam a água, formando poças que gradualmente se infiltram no solo. Em chuvas intensas, o excesso de água é desviado para o sistema de drenagem. (ABPC, s/d).

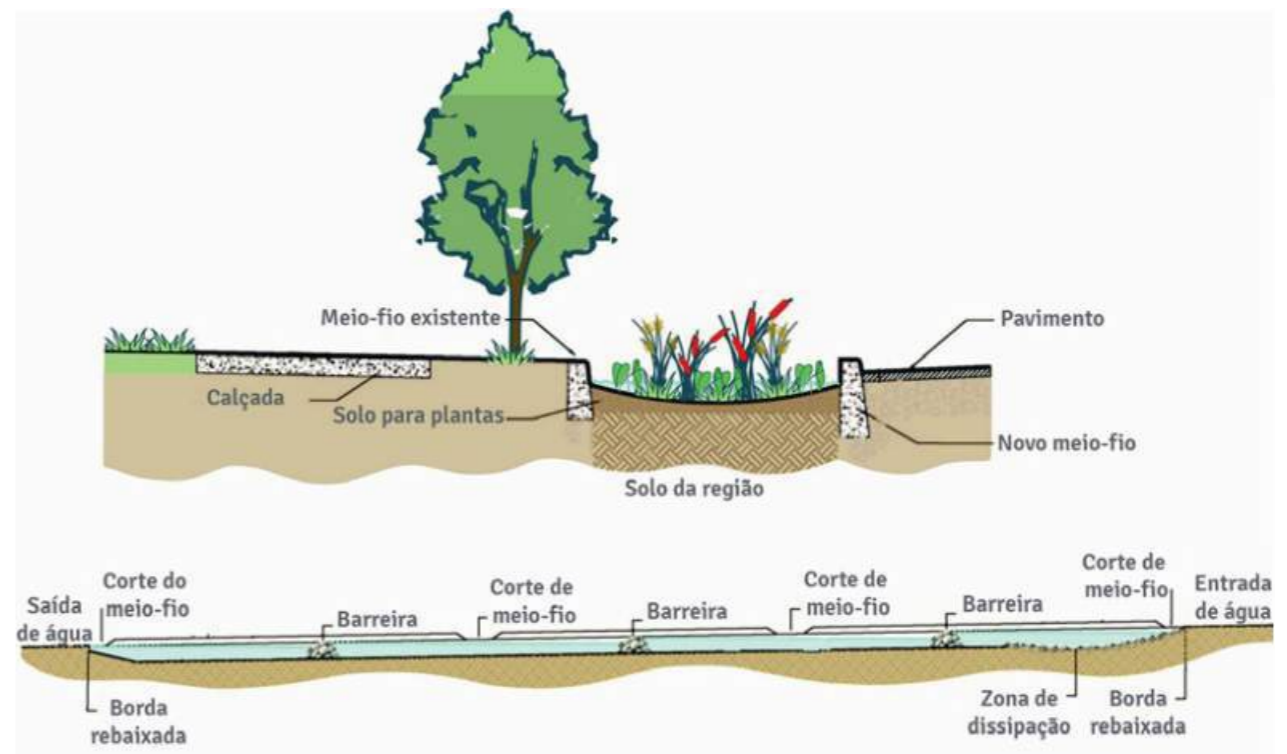


IMAGEM 12. JARDINS DE CHUVAS, CORTE ESQUEMÁTICO. FONTE: ABPC, s/d.

Vagas verdes, são normalmente do tamanho de uma vaga de estacionamento de carro, é localizado no leito carroçável das vias, é utilizada na criação de microambiente diversificado, possui a função de captação de água, as vagas ajudam a mitigar os efeitos de alagamentos e de poluição difusa nas vias públicas (SÃO PAULO, 2023).



IMAGEM 13. JARDINS DE CHUVAS. FONTE: ECOLOGIA, 2024.



IMAGEM 14. VAGAS VERDES. FONTE: SÃO PAULO, 2023.

No exemplo acima pode-se observar o conceito de Vaga Verde aplicada no projeto Gentileza de São Paulo, o objetivo das ações é transformar vagas de estacionamento em microambientes diferenciados, plantando árvores, palmeiras e/ou arbustos ornamentais em "jardins de chuva" que coletam a água da chuva para reduzir alagamentos e poluição nas vias. Esses pequenos espaços, localizados em áreas de interesse, cumprem funções culturais, ecológicas, paisagísticas, recreativas e esportivas. (SÃO PAULO, 2023).

Calçada com poços de infiltração, são poços para águas pluviais construídos nas faixas verticais das calçadas, podem ser instalados em pequenos locais onde não existe espaço suficiente para implantação de jardins de chuva (SÃO PAULO, 2023).



IMAGEM 15. CALÇADAS COM POÇOS DE INFILTRAÇÃO. FONTE: SÃO PAULO, 2023.

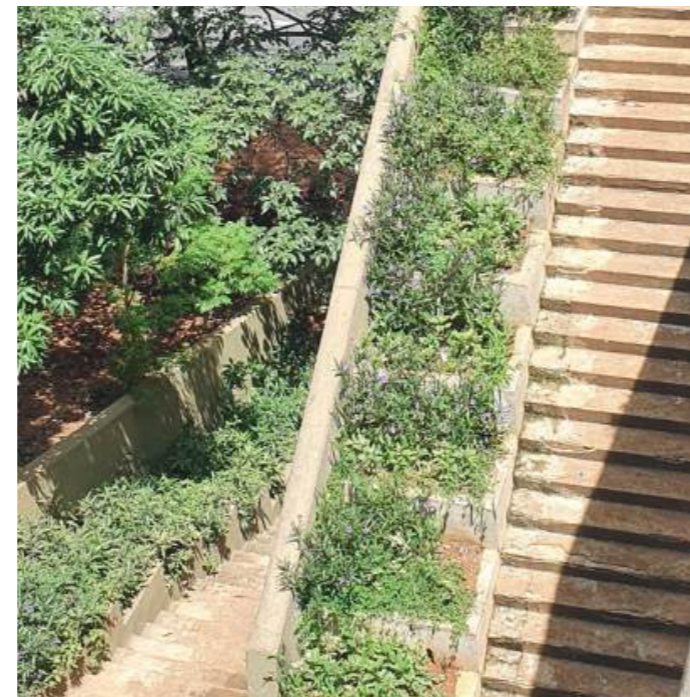


IMAGEM 16. ESCADARIAS VERDES. FONTE: SÃO PAULO, 2023.

Biovaleta é um jardim que faz a captação de águas das chuvas, filtra e reduz os sedimentos antes de devolver as águas para o sistema de drenagem pluvial tradicional, também reduz a velocidade das águas que correm pela via (SÃO PAULO, 2023).



IMAGEM 17. BIOVALETAS. FONTE: ECOLOGIA, 2024.



IMAGEM 18. LAND ARTS. FONTE: SÃO PAULO, 2023.

Land Art, significa arte realizada em terreno natural, a própria área verde é trabalhada de modo a interagir com o meio ambiente, criando um novo visual paisagístico (SÃO PAULO, 2023).

### 3.5.7 Piscinões

Os piscinões são utilizados em grandes metrópoles, é uma alternativa viável e eficaz para auxiliar na absorção das águas pluviais em larga escala durante as enchentes e inundações. Consiste em um sistema imenso de reservatório de água e seu abastecimento é feito através do deságue de córregos, rios e vias públicas, permitindo a manobra e controle das vazões de entrada e saída. Sua capacidade total de armazenamento comporta em média 5,3 milhões de metros cúbicos de água livre (CONTE, et al, 2022).

No estado de São Paulo, a utilização de piscinões é de extrema importância para auxílio na redução de índices relacionados a problemas hídricos, oriundos da falta de drenagem do pavimento existente em grande parte das vias públicas de locomoção. O primeiro projeto de implantação de piscinões na grande São Paulo se concretizou em 1999, com a construção do Piscinão de Caguaçu localizado em São Mateus, bairro da zona leste da cidade. Sua capacidade de armazenamento é de 310 mil metros cúbicos de água, tornando-se o maior reservatório de água do país em 1999 (CONTE, et al, 2022).



IMAGEM 19. PISCINÃO DE CAGUAÇU, REGIÃO LESTE DE SÃO PAULO. FONTE: USP; URBINATTI, 2010

### 3.5.8 Wetlands

Segundo a Fusati Ambiental, empresa fundada em 2007, é especializada em soluções para tratamento de esgoto domésticos, efluentes líquidos industriais e reuso de água, os Wetlands é de origem inglesa, a palavra wet significa molhado e land significa terra, o que significa "terra molhada" é uma expressão genérica destinada às áreas úmidas naturais onde ocorrem a transição entre os ambientes aquáticos e terrestres, é reconhecida como um rico habitat para diversas espécies capazes de melhorar a qualidade das águas contribuindo com a biodiversidade. Podemos observar como exemplos de Wetland: os pântanos, brejos, charcos, várzeas, lagos muito rasos e manguezais (FUSATI, 2024).

As Wetlands também podem ser artificiais e são chamadas de zonas úmidas construídas ou por Wetlands construídos (WC) são sistemas naturais destinados ao tratamento de efluentes que tiram partido do conjunto solo-planta para o pós-tratamento de efluentes. (FUSATI, 2024). Os wetlands construídos, funcionam como filtros plantados com macrófitas, são sistemas de engenharia projetados para utilizar os processos naturais que envolvem a vegetação, o solo e suas populações microbianas associadas ao tratamento de águas residuárias. Estes sistemas são projetados para obter as vantagens dos processos que ocorrem em zonas úmidas naturais, no entanto ocorrem em um ambiente controlado (GESAD, 2019). Esta tipologia de sistema possui baixo custo de operação, implantação e manutenção em relação aos sistemas convencionais (IERVOLINO, 2019).



IMAGEM 20. PARQUE 'DU CHEMIN DE L'LE', NANTERRE, FRANÇA. FONTE: ECOTELHADO; FEIJÓ 2024.

As Wetlands além dos baixos custos, simplicidade de operação e manutenção, contribuem com o urbanismo dando possibilidade de interação paisagística, favorecendo adequações aos climas tropicais, como é o caso do Brasil. As áreas úmidas são vistas como equipamentos ideais. Alguns sistemas de Wetland não produzem maus odores, uma vez que são tratamentos aeróbicos com taxas de carregamento relativamente baixas, e não contribuem com a proliferação de mosquitos visto que a lâmina de água não é aparente. (ARCHDAILY, 2023).

Wetlands são áreas alagadas com níveis de água controlados, projetadas para aprimorar o tratamento em ambientes aquáticos, melhorando diversos parâmetros de qualidade, como a retenção natural de nutrientes em pontos específicos. (FLUXUS, 2013).

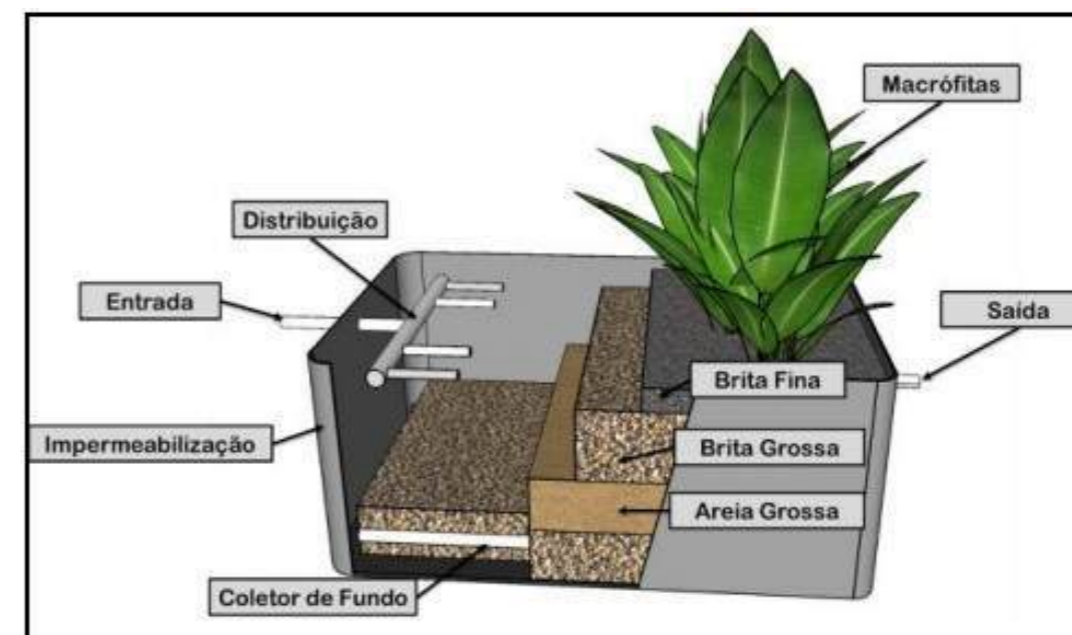


IMAGEM 21. WETLAND CONSTRUIDO. FONTE: FLUXO, 2013.

## 3.6 AS SOLUÇÕES PARA UMA DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

Desta maneira podemos concluir que o sistema de drenagem urbana tradicional é um sistema essencial para as cidades, e podemos observar que a partir das ideias do urbanismo sustentável a concepção da drenagem urbana pode ser explorada de maneira que possa promover o desenvolvimento das cidades de forma equilibrada, levando em consideração a preservação do meio ambiente, a qualidade de vida dos habitantes e a eficiência dos recursos utilizados, podendo ser construídas "cidades esponjas" estas cidades são um conceito do urbanismo sustentável, que tem a capacidade de integrar a gestão da água urbana nas políticas públicas e projetos de planejamento urbano.

As soluções apresentadas são exemplos de diversas formas em que as soluções de drenagem urbana sustentável podem ser utilizadas para gerenciar as águas pluviais de forma sustentável em centros urbanos.

A visão sustentável vai muito além do conceito da drenagem tradicional, pois o objetivo não é somente canalizar a água da chuva para sistemas de drenagem convencionais, são as soluções que buscam reter, infiltrar, tratar e reutilizar a água, promovendo a sustentabilidade ambiental para a geração atual e futura.

Algumas dessas soluções já foram implantadas em algumas cidades e alguns trechos de cidades pelo mundo, serão apresentadas no próximo capítulo estudos de casos que comprovem a utilização destes conceitos e dos seus usos práticos.

The background of the slide is a light green color. It features a white topographic map with several sets of contour lines. The contours are irregular and wavy, suggesting a hilly or mountainous terrain. There are also several small, stylized green leaves scattered across the map. The leaves are simple in design, with a central vein and a few smaller veins branching off. The overall aesthetic is clean and modern, with a focus on nature and geography.

## **4 VERIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO EM ESTUDOS DE CASO**

## 4.1 PARQUE LINEAR FERROVIÁRIO DE CUERNAVACA 4,5KM

### IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Localização: Parque, Cidade do México, México

Área: 17.500m<sup>2</sup>

Ano: 2017

Arquitetos: Gaeta-Springall

### Contexto Urbano

O projeto executivo foi desenvolvido com a necessidade de interação com diversos atores governamentais relacionados ao espaço ferroviário de Cuernavaca, foi crucial socializar o projeto com os bairros e grupos de moradores locais, que possuem um forte sentimento de apropriação da área. (ARCHDAILY, 2017).

### Objetivos do Projeto

A construção completa do parque resultará em uma floresta urbana linear com 4,5 km de extensão, que contribuirá para a formação da cidade, criação de espaços públicos e fortalecimento do espírito comunitário. O projeto tem o objetivo de promover o crescimento e a transformação, equilibrando habitação com programas mistos, desenvolvimento econômico e social, além de preservar o patrimônio enquanto se potencializa sua capacidade de transformação. (ARCHDAILY, 2017).



IMAGEM 22. PARQUE LINEAR DE FERROVIÁRIO DE CUERNAVACA. FONTE: ARCHDAILY, 2017.

### Soluções Implementadas

As ações do projeto são desenvolvidas e enquadradas em 5 objetivos muito claros:

1. SOCIAL: Projeto de/e para as pessoas, conseguindo gerar espaços democráticos e multi-sociais que atendem tanto a população local quanto os visitantes. Projetado sempre com participação ativa e com projetos socializados em todas as suas etapas.
2. IDENTIDADE E MEMÓRIA: Fortalecer a identidade e a memória do local e de seus habitantes construindo partes do local e de seus habitantes para continuar no processo de evolução.
3. SUSTENTABILIDADE E QUALIDADE AMBIENTAL: Fazer do projeto um exemplo em termos de sustentabilidade, o parque linear de Cuernavaca já parte de uma concepção contemporânea e de sustentabilidade nos aspectos sociais, ambientais e educacionais para que a adesão ofereça garantias para o bom desenvolvimento do projeto e sua manutenção, bem como para o tratamento e reservas de água.
4. LEITURA MULTISCALAR: Projetar tendo consciência de que o projeto faz parte de um sistema maior que é a cidade, passando por outros subsistemas anteriores de circuitos e rotas.
5. CUSTOS: Construir um projeto racional e aderente aos custos indicados; tanto os custos iniciais de implementação do projeto como os custos de manutenção. (ARCHDAILY, 2024).

### Identidade Visual do Projeto

A linha vermelha surge em um contexto onde se propõem novos muros e fronteiras quase intransponíveis. Em contraste, essa linha busca unir e conectar, representando um gesto contrário aos muros e fronteiras rígidas, sugerindo um sistema de fronteiras permeáveis. Atuando ao nível do solo, ela sobe suavemente, integra diferentes elementos, cria pontos de destaque e estabelece conexões. Funcional e programática, a linha vermelha inclui bancos e áreas de recreação infantil dispostos de forma linear. (ARCHDAILY, 2017).



IMAGEM 23. PARQUE LINEAR DE FERROVIÁRIO DE CUERNAVACA. FONTE: ARCHDAILY, 2017.

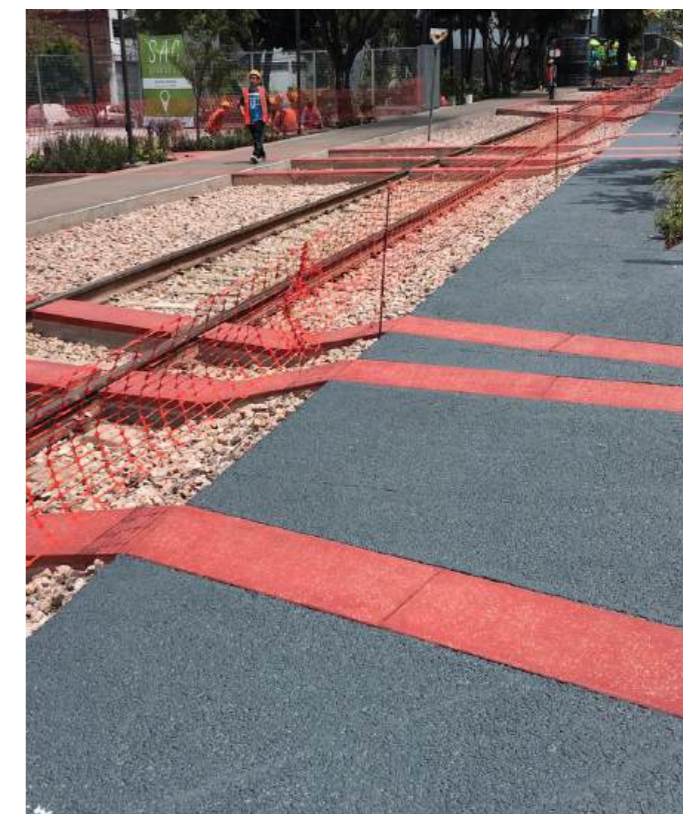


IMAGEM 24. DETALHE IDENTIDADE VISUAL. FONTE: ARCHDAILY, 2017.

## Soluções para Drenagem Urbana

Os jardins de chuva são uma característica central do projeto, refletindo uma abordagem que valoriza e celebra a água. No parque, estes jardins surgem como elementos fundamentais, destacando-se ao longo do percurso linear. Eles são parte integrante do plano de irrigação, onde a água e o verde se combinam para criar um ambiente harmonioso e funcional. Esses jardins, desenvolvidos ao longo do parque, contribuem para a gestão sustentável da água e realçam a experiência de caminhar pelo espaço. (ARCHDAILY, 2017).

## Resultados e Benefícios

Outro benefício para a comunidade foi a implantação do projeto "Parque das Crianças", desenvolvido em colaboração com a comunidade, resultando na inclusão de fotografias das crianças do bairro nas fachadas e bordas do parque, utilizando a técnica de stencil. O parque oferece uma variedade de instalações e programas, incluindo fóruns, áreas de encontro, quadras, pistas de skate, trilhas para pedestres e ciclovias, que estão distribuídos ao longo de suas áreas. (ARCHDAILY, 2017).



IMAGEM 25. JARDINS DE CHUVA, FONTE: ARCHDAILY, 2017.



IMAGEM 26. ÁREAS PARA A POPULAÇÃO FONTE: ARCHDAILY, 2017.

## 4.2 PARQUE RACHEL DE QUEIROZ 10KM

### IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Localização: Espaço Público, Parque, Fortaleza, Brasil

Área: 90.969m<sup>2</sup>

Ano: 2022

Arquitetos: Architectus S/S. Arquiteto Líder: Elton Timbó, Mariana Furlani, Alexandre Landim, Ricardo Sabóia, Gerson Amaral, Jaqueline Martinez

### Contexto Urbano

Com uma extensão de 10 km e aproximadamente 203 hectares, o parque, ao ser concluído,

será o segundo maior de Fortaleza – CE. Devido à sua grande extensão, o parque foi subdividido em 19 trechos, dos quais 6 já foram concluídos. O projeto foi concebido como um parque linear, integrando o sistema viário existente para conectar as áreas verdes que atravessam diretamente 8 bairros na zona Oeste da cidade.

A área em que o projeto foi implantado: zona Oeste de Fortaleza, é marcada por bairros populares que tiveram um alto crescimento populacional nos últimos anos. A região, detentora de grandes áreas livres, era carente de espaços públicos qualificados até a inauguração do Parque Rachel de Queiroz. Todos esses fatores explicam a rápida apropriação pela comunidade do entorno, inclusive, impulsionando o comércio tanto formal, quanto informal na região. (ARCHDAILY, 2022).



IMAGEM 27. PARQUE RACHEL DE QUEIROZ. FONTE: ARCHDAILY, 2022.

### Objetivos do Projeto

O partido inicial do projeto, busca a diversidade de usos proporcionada pelo programa de necessidades do Parque Rachel de Queiroz planejada para incluir e incentivar a apropriação do espaço pela população, entendendo o uso da área como componente fundamental para a sustentabilidade ambiental, evitando que volte a se transformar em local de depósito clandestino de lixo, entulho ou esgoto.

O sexto trecho, revitaliza uma área degradada que há muito tempo era uma preocupação para os moradores do bairro Presidente Kennedy. Este local, o maior espaço disponível para intervenção do parque, era um terreno baldio caracterizado pelo acúmulo de lixo irregular e esgoto clandestino. Essa condição intensificava a poluição do Riacho Cachoeirinha, que atravessa o terreno e constitui a maior parte do parque. Além disso, o adensamento urbano na região e a redução das áreas permeáveis circundantes resultaram em frequentes alagamentos devido à sobrecarga do sistema de drenagem das águas pluviais. O projeto de revitalização busca soluções específicas para a drenagem urbana, visando mitigar esses problemas e melhorar a qualidade ambiental da área. (ARCHDAILY, 2022).



IMAGEM 28. ÁREA URBANA, ANTES, PARQUE RACHEL DE QUEIROZ. FONTE: ARCHDAILY, 2022.

### Soluções Implementadas

Como a área é uma zona de preservação municipal alagada, o projeto priorizou a drenagem como componente central. Para melhorar a qualidade da água do Riacho Cachoeirinha e estabelecer um sistema de controle de cheias, foi utilizada a técnica de wetlands. Com base em estudos hidrológicos, foram planejadas 9 lagoas interconectadas que promovem a filtragem natural das águas do riacho e das galerias pluviais, por meio de processos de decantação e fitorremediação. Este processo é realizado por microorganismos presentes na superfície do solo e nas raízes das plantas aquáticas das lagoas. (ARCHDAILY, 2022).



IMAGEM 29. PROJETO, PARQUE RACHEL DE QUEIROZ. FONTE: ARCHDAILY, 2022.

Além da revitalização do parque e o tratamento das águas, o parque conta com campo de futebol, quadra de futebol de areia, quadra de vôlei de praia, alongamento, espaço saúde, estacionamento, ciclofaixa de lazer/pista de cooper, anfiteatro, playground, bicicletário, cachorródromo, apoio policial, espaço leitura e as protagonistas wetlands. (ARCHDAILY, 2022).

### Identidade Visual do Projeto e Soluções para Drenagem Urbana

A identidade visual do projeto desenvolvido pela Architectus S/S, evidencia em primeiro plano as wetlands como protagonistas até a sinalização com placas e totens que não só direciona, como educam e informam.

As wetlands, além de contribuírem para o paisagismo do Parque, desempenham um papel crucial na recuperação ambiental da área. A implementação de áreas verdes, que incluiu terraplanagem e o plantio de aproximadamente 600 árvores, foi essencial para a melhoria das condições para a fauna e flora locais. Após a inauguração deste trecho do Parque, a presença de diversas espécies do ecossistema nativo passou a ser visível na paisagem urbana. (ARCHDAILY, 2022).

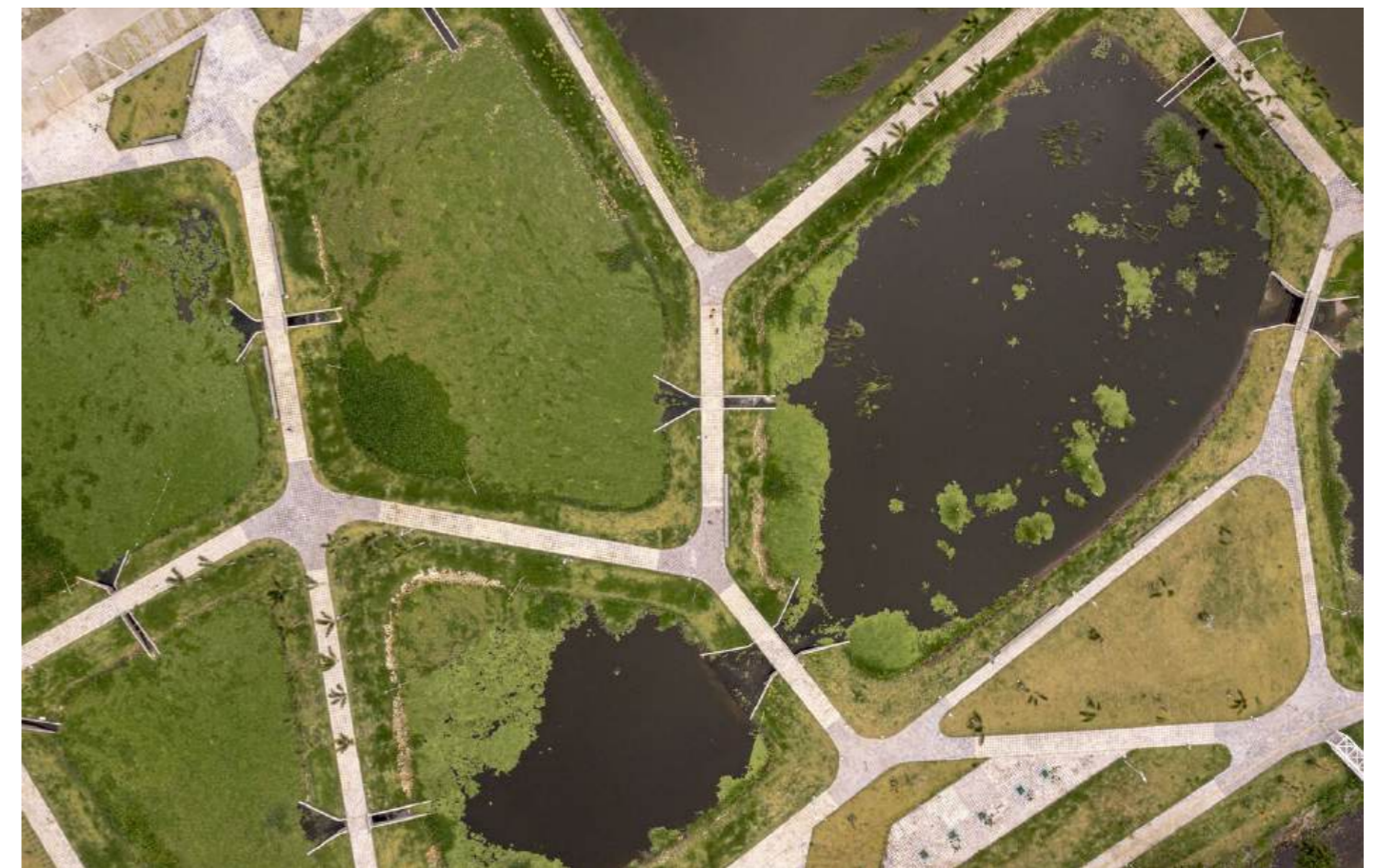


IMAGEM 30. WETLANDS, IDENTIDADE VISUAL, PARQUE RACHEL DE QUEIROZ. FONTE: ARCHDAILY, 2022.

### Resultados e Benefícios

Poucos meses após a inauguração, já é difícil visualizar o terreno que trazia tantos problemas para a população. A transformação em um espaço público movimentado, vivo e pulsante foi rápida. Nas primeiras horas da manhã já começa o movimento. Em sua maioria, frequentadores com roupas de ginástica escolhem começar o dia praticando alguma atividade física da sua preferência. Caminhada, corrida, academia ao ar livre, bicicleta, futebol e vôlei são apenas algumas das opções disponíveis. Tudo isso às margens de 9 lagoas interconectadas, as wetlands. (ARCHDAILY, 2022).

## 4.3 URBANIZAÇÃO DA AVENIDA ENGENHEIRO SOUZA FILHO

### IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Localização: Avenida Engenheiro Souza Filho, Rio das Pedras, Zona Oeste, Rio de Janeiro.

Ano: 2024

Vereador Marcelo Diniz, Prefeitura do Rio

### Contexto Urbano

As comunidades da Muzema e de Rio das Pedras, construídas em áreas de pântano, enfrentam alagamentos há décadas devido à situação geográfica e à alta das marés, principalmente durante chuvas fortes. Para combater esse problema, o trecho da Avenida Engenheiro Souza Filho em Rio das Pedras está sendo requalificado através do programa Bairro Maravilha, com um investimento de R\$ 4,8 milhões. O programa, iniciado em 2021, promove obras de saneamento, pavimentação, calçamento, escoamento de água da chuva e acessibilidade, beneficiando várias localidades da cidade. (JORNAL DA BARRA, 2024).



IMAGEM 31. AVENIDA ENGENHEIRO SOUZA FILHO, EM 2021. FONTE: MARCELO, 2024.

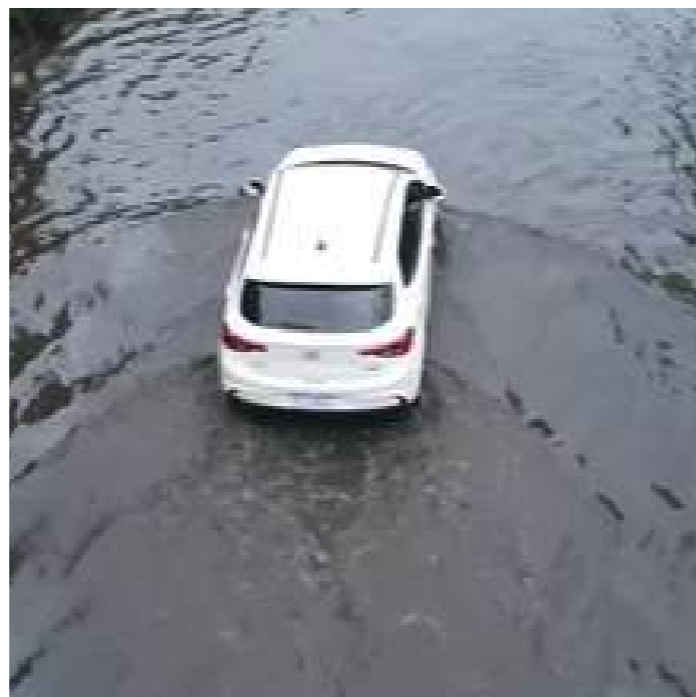


IMAGEM 32. AVENIDA ENGENHEIRO SOUZA FILHO, EM 2022. FONTE: MARCELO, 2024.

A imagem 49, acima mostra o alagamento na via com a vegetação no entorno e o cenário de pântano. Na imagem 50, pode-se observar um carro enfrentando a via alagada.

### Objetivos do Projeto

O projeto de revitalização abrangeu os dois sentidos da via, pistas laterais, embocaduras e retornos. Além da drenagem, foram construídas calçadas e pavimentado o trecho entre Muzema e Rio das Pedras. Com as intervenções, a Prefeitura espera melhorar o escoamento de água da chuva, a acessibilidade e a mobilidade local. No total, mais de 42 mil metros quadrados de área pública foram recuperados. (JORNAL DA BARRA, 2024).



IMAGEM 33. TUBULAÇÃO PARA DRENAGEM URBANA AVENIDA ENGENHEIRO SOUZA FILHO, EM 2021. FONTE: MARCELO, 2024.

### Soluções Implementadas para Drenagem Urbana

Para solucionar o alagamento foi implantado dutos de concreto para a condução da água do alagamento na via, dessa maneira a água é conduzida por calhas que levam até estes dutos e depois são levados a macrodrenagem da cidade. (JORNAL DA BARRA, 2024).

### Resultados e Benefícios

A urbanização da rua trouxe a comunidade para o uso direto da via, com a ciclovia os moradores utilizam a avenida para correr, pedalar, passear com os filhos e com os cachorros. Com a implantação da drenagem urbana adequada a via não fica mais alagada o que mantém o fluxo de veículos contínuo durante a vida, ajudando os transeuntes que utilizam da avenida.



IMAGEM 34. AVENIDA ENGENHEIRO SOUZA FILHO, COMPARATIVO ENTRE OS ANOS DE 2021 E 2024. FONTE: MARCELO, 2024.



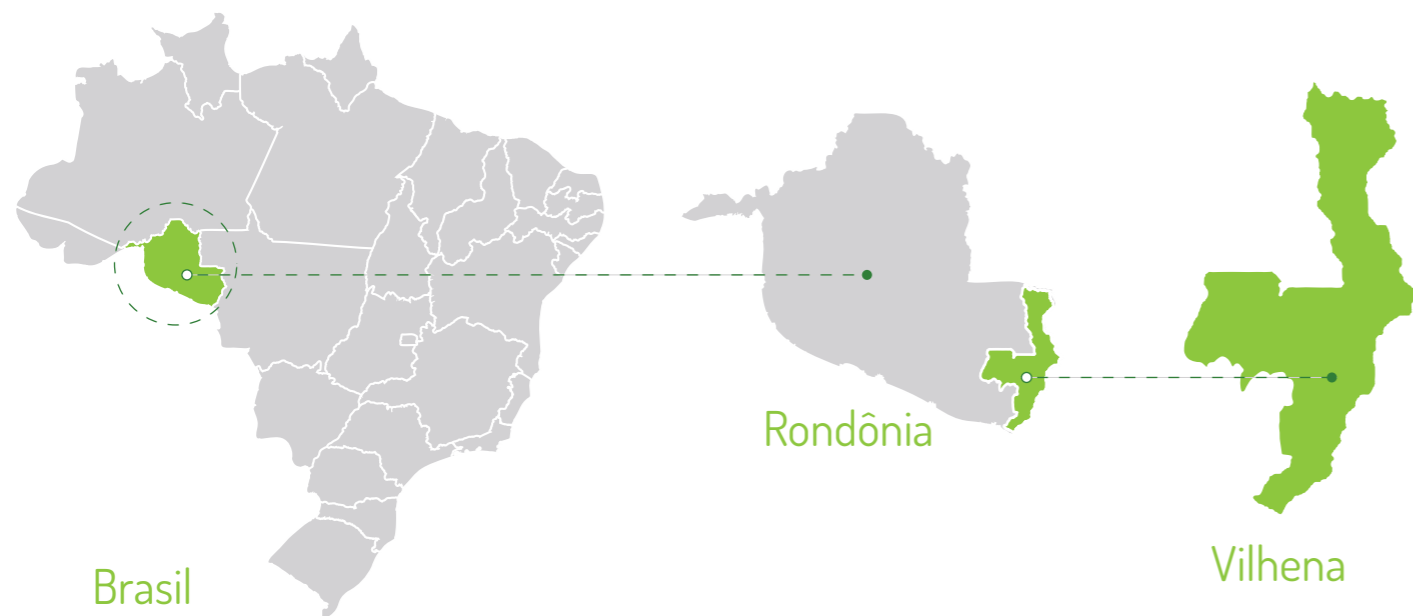
IMAGEM 35. AVENIDA ENGENHEIRO SOUZA FILHO, COMPARATIVO ENTRE OS ANOS DE 2021 E 2024. FONTE: MARCELO, 2024.

## 5 LOCAL DE IMPLANTAÇÃO



## 5.1 A CIDADE DE VILHENA

O Brasil é um país localizado na América do Sul, atualmente é dividido em vinte e seis estados mais o Distrito Federal, o país ainda é subdividido em cinco regiões, sendo elas: região Norte; Nordeste; Centro-Oeste; Sudeste e Sul. A região Norte é composta pelos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. A cidade de Rondônia possui, atualmente, cerca de 52 municípios, fazendo parte deles a cidade de Vilhena, que será o nosso objeto de estudo.



Vilhena é uma cidade localizada ao sul do estado de Rondônia, faz divisa com o estado do Mato Grosso, como apresentada na imagem 1, está localizada mais ao sul do estado, sua posição geográfica pode ser considerada como um ponto nodal, principalmente para o cone sul, também é referência, sendo popularmente conhecida, como o “Portal da Amazônia”. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE cidades, em 2022, Vilhena obteve uma população de 95.832 pessoas. Área urbanizada de 39,93km<sup>2</sup>; em questões de infraestrutura: esgotamento sanitário, 2010, de 13,3%. Bioma predominante Amazônia, cerrado. Possui área territorial de 11.699,150km<sup>2</sup>. (IBGE, 2023).

A economia é derivada principalmente do comércio de carnes bovinas, plantação e colheita de grãos, sendo os principais, soja, algodão e milho, a cidade também se destaca no cultivo de tomate, e na extração de madeiras. Segundo o IBGE, 2024, em 2021, o PIB per capita era de R\$40.328,81, na comparação com outros municípios do estado, Vilhena ficava na 8ª posição entre os 52 municípios do estado. (IBGE, 2023).

A história da cidade de Vilhena, se destaca com cinco eventos importantes; de acordo com os registros históricos de Pedro Brasil (2000) em 1910; Cândido Mariano, dirigiu uma expedição para implantação de um posto telegráfico que fazia ligação entre Porto Velho, capital do estado de Rondônia e Cuiabá, capital do estado do Mato Grosso. Em 1943 obteve-se a primeira comunicação por meios de longo alcance, o telégrafo foi instalado na região com a criação do território do Guaporé. 1960 houve a construção da BR 364, possibilitando a implantação de postos de combustíveis, aéro-

porto, mercearias, hotéis e distribuição de terras pela Prefeitura Municipal de Vilhena (PMV). Em 1963 o Padre Ângelo Spadari celebrou a primeira missa na capela, construída com ajuda de moradores e do próprio padre, nomeada como Nossa Senhora Auxiliadora. E em 1977 ocorre a emancipação da Cidade de Vilhena. (BRASIL, 2000).

Para Pedro Brasil (2000) a cultura de Vilhena pode ser descrita como em primeiro momento resultante de povos indígenas, e a partir das imigrações, destacando a região sulista, povos vindos da exploração extrativista da madeira e através de terras acessíveis com a reforma agrária.

Segundo, a Prefeitura Municipal de Vilhena, 2013, o fluxo migratório ocorreu pela procura de novas áreas para melhorias e desenvolvimento econômico; a existência de um clima agradável, pela região do planalto; as riquezas das matas locais e a construção da rodovia de interligação Brasília/Acre, BR 364, construída pelo presidente Juscelino Kubitschek. (PMV. 2013).

Vilhena dispõe de clima equatorial, quente e úmido, com frio no meio do ano que pode chegar a 10°C. A temperatura média anual é de aproximadamente 23°C. O período das 17 chuvas vai de dezembro a maio e o período da seca vai de junho a novembro. A respeito da hidrologia, as precipitações pluviométricas variam de 1.800 a 2.400 mm. A altitude elevada resulta em ventos constantes que mantêm a sensação térmica baixa, mesmo com o céu aberto. A umidade relativa do ar em média é da ordem dos 75%. (PMV, 2013).

Situada no Planalto dos Parecis, sua geometria topográfica se caracteriza como plana, possui leves inclinações onde há percursos de água/nascentes. O Município se encontra na conhecida faixa de transição entre o cerrado que domina a região centro-oeste do Brasil e a vegetação Amazônica, ou floresta tropical. Localiza-se numa área de baixo planalto, com declives suaves, em direção aos cursos d'água. (PMV. 2013).

## 5.2 A HIDROLOGIA E A DRENAGEM URBANA DE VILHENA

A cidade de Vilhena, localizada no estado de Rondônia, está inserida na Bacia Amazônica, que compreende três principais bacias hidrográficas: a do Rio Madeira, a do Rio Guaporé/Mamoré e a do Rio Ji-Paraná, além de uma bacia secundária, a do Rio Roosevelt. Podemos visualizar nos mapas abaixo as Bacias Hidrográficas do Brasil, **mapa x**, e a Bacia Amazônica, **mapa x**, possui aproximadamente 7.000.000 Km<sup>2</sup> e é considerada a maior bacia hidrográfica do mundo (PMV, 2013).



IMAGEM 36. MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO BRASIL, 2013. FONTE: PMV, 2013.

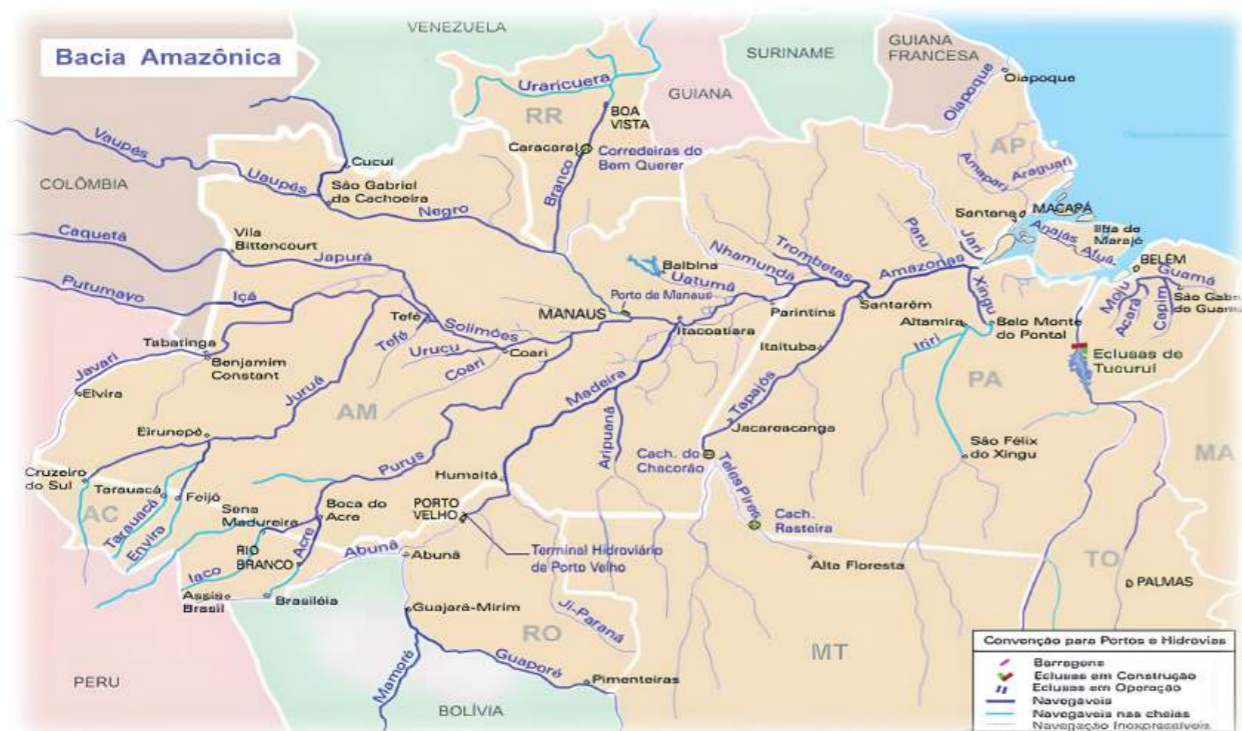


IMAGEM 37. MAPA DA BACIA AMAZÔNICA, 2013. FONTE: PMV, 2013.

No mapa XX abaixo temos as bacias hidrográficas de Rondônia, onde conseguimos visualizar mais precisamente a cidade de Vilhena ao Sul do Estado.

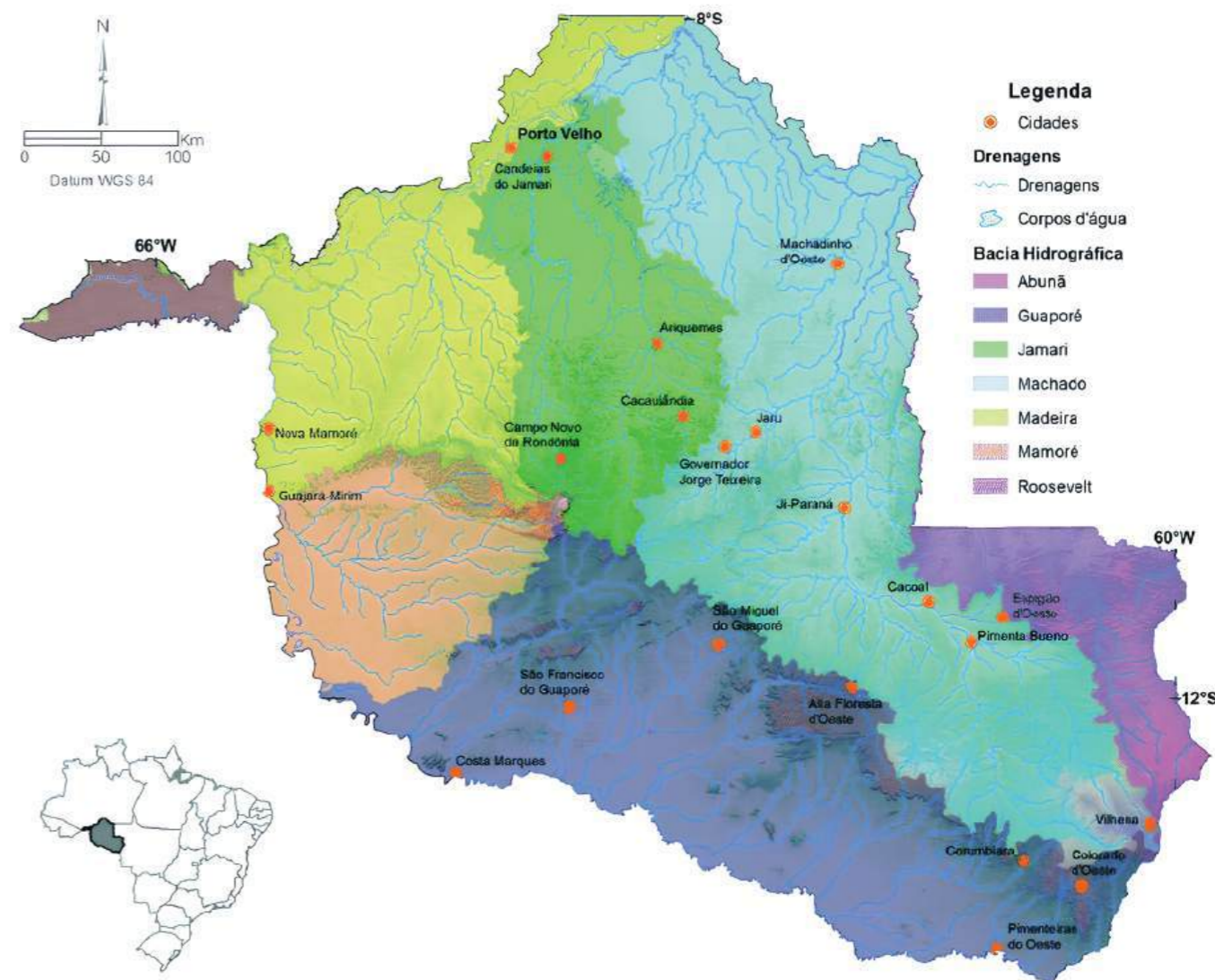


IMAGEM 38. MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE RONDÔNIA, 2017. FONTE: Neto et al, 2017.

Segundo a Prefeitura de Vilhena, 2013, a Chapada dos Parecis é um importante centro de dispersores de água em Rondônia, gerando vários rios na região, predominantemente formados por cachoeiras. Sendo a cidade de Vilhena é rica em recursos hídricos, com 11 rios afluentes e tributários, conforme listado pela PMV em 2013:

“Iquê, afluente do Rio Jurema  
 Capitão Cardoso, tributário do Rio Roosevelt  
 Tenente Marques  
 Roosevelt, afluente do Rio Aripuanã  
 Barão de Melgaço, tributário do Rio Ji-Paraná  
 Pimenta Bueno/Apediá, tributário do Rio Ji-Paraná  
 Vermelho, tributário do Rio Cabixi  
 Ávila, tributário do Rio Barão de Melgaço  
 Cabixi, tributário do Rio Guaporé  
 Igarapé Piracolino, tributário do Rio Piracolino  
 Igarapé Pires de Sá, tributário do Rio Barão de Melgaço”  
 (PMV, pág. 19, 2013).

A estrutura urbana de Vilhena é caracterizada por um traçado ortogonal, com as Rodovias Federais BR-364 (Cuiabá – Porto Velho) e BR-174 (Vilhena – Juína) como eixos principais. O mapa a seguir destaca as principais vias arteriais da cidade e identifica a Avenida Dedimes Cechinel/Perimetral que será nosso objeto deste estudo.

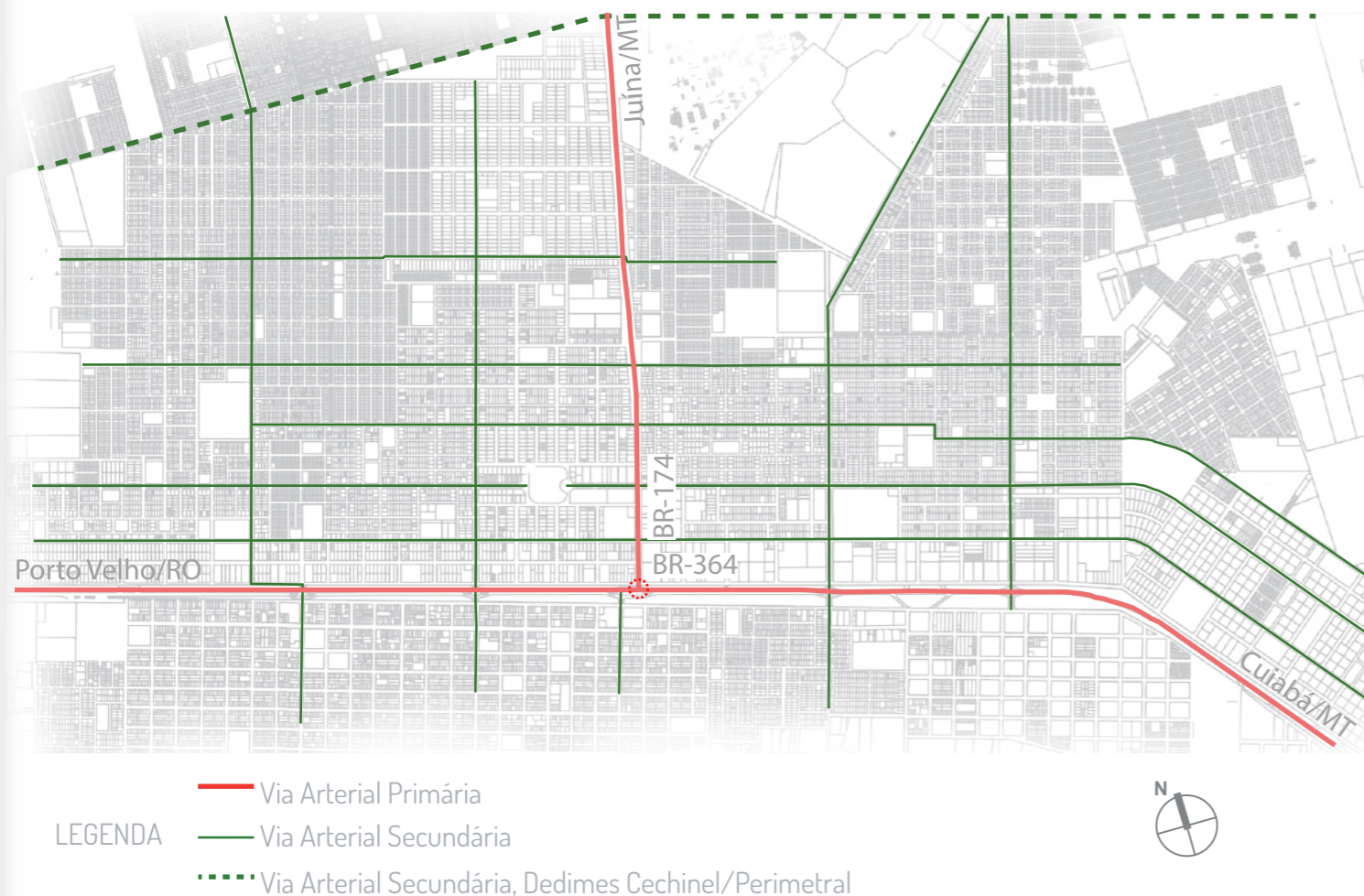


IMAGEM 39. MAPA DE VILHENA, CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS. FONTE: Elaborado pela autora, 2024.

Além disso é uma cidade com uma topografia plana, podemos visualizar no mapa xx, ao lado feito pelo Contour Map Creator, 2024, que traduzindo significa, Criador de Mapa de Contorno tem a função de descrever a topografia do mapa selecionado, que nesse caso é da cidade de Vilhena, podemos visualizar as curvas de níveis e identificar que a distância e a diferença de altura de uma curva pra outra não é tão significativa, o que nos diz que se trata de um terreno plano.

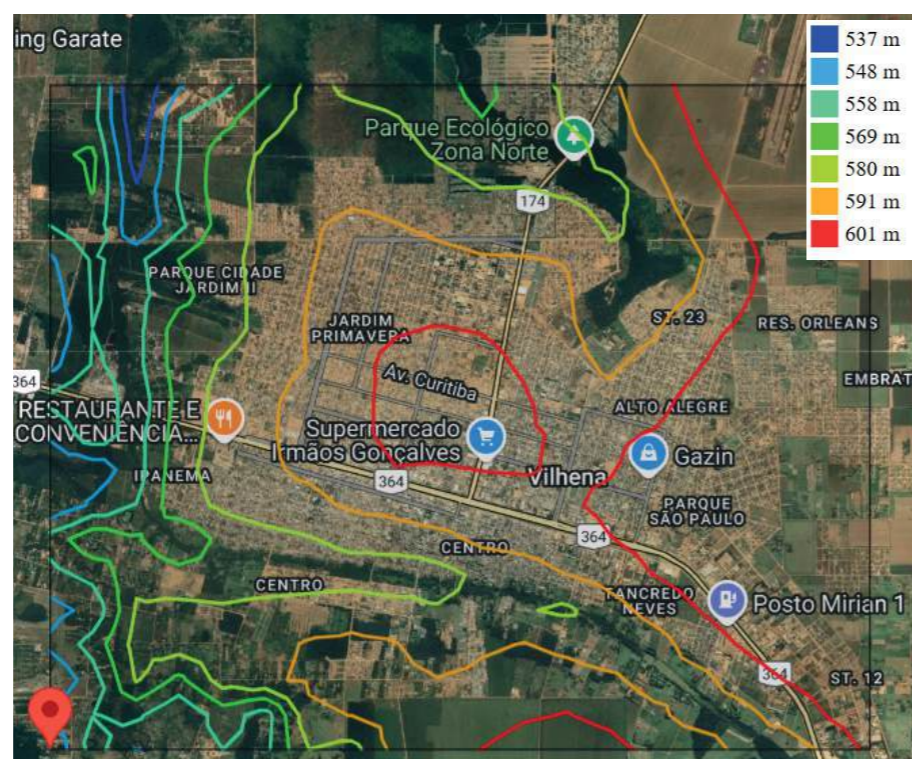


IMAGEM 40. MAPA TOPOGRÁFICO DE VILHENA. FONTE: Contour Map Creator, 2024.

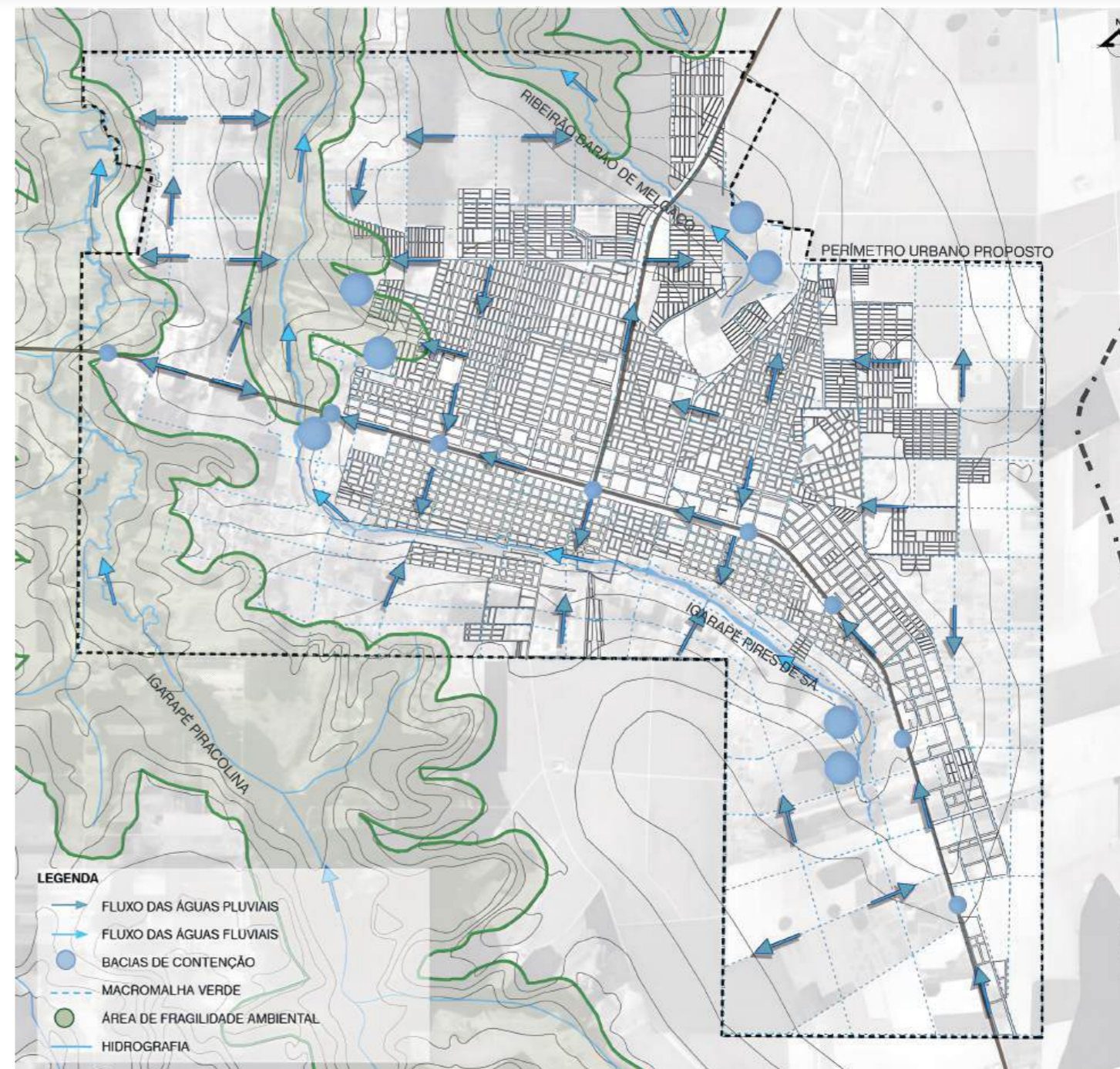


IMAGEM 41. MAPA ESQUEMÁTICO DE DRENAGEM URBANA DE VILHENA. FONTE: Jaime Lerner, 2020.

No mapa acima, imagem xx, podemos visualizar o esquema de drenagem urbana da cidade feito pelo escritório do arquiteto Jaime Lerner, em um dos seus projetos feitos para a Cidade de Vilhena/Ro, no ano de 2019. No mapa é possível identificar os fluxos das águas pluviais, o fluxo das águas fluviais.

A Drenagem Urbana de Vilhena, segundo a PMV, 2013:

“compreende 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. O sistema pode ser dividido em: Microdrenagem [...] e [...] Macrodrenagem”. (PMV, 2013).

O sistema de drenagem urbana foi direcionado para a preservação dos cursos d’água, despoluição e a manutenção das várzeas de inundação, de forma que não sejam necessárias obras grandes, reduzindo-se custos de implantação, sendo portanto, constituídas diretrizes que minimizem os

riscos a que estão expostas a população, diminuindo os prejuízos causados pelas inundações e possibilitando o desenvolvimento urbano, respeitando o crescimento urbano em conjunto com um ambiente sustentável (PMV. 2013).

A rede de drenagem urbana existente em Vilhena, foi planejado dessa maneira citada abaixo, de acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Vilhena, PLAMSABAV, a PMV, 2013:

“O município dispõe de um sistema de drenagem pluvial composto por bocas de lobo e tubulações que captam as águas que escoam nas vias urbanas, levando-as aos igarapés Pires de Sá e Barão de Melgaço. O Sistema de Macrodrenagem [...] culminará na resolução de 80% dos problemas de alagamentos significativos no perímetro urbano, oferecendo, portanto uma melhor qualidade de vida para a população atendida. A Microdrenagem Superficial e Profunda existente foi instalada devido os vários recursos obtidos para pavimentação asfáltica das vias urbanas, como não há possibilidade de pavimentação sem a drenagem pluvial foram instaladas tubulações de concreto de diâmetros que variam de 600mm a 1200mm, conforme a necessidade em cada trecho, hoje (2013) Vilhena tem 20,98% de drenagem superficial e profunda, e projetos para aplicação destes serviços.” (PMV. pág. 84. 2013. grifo nosso).

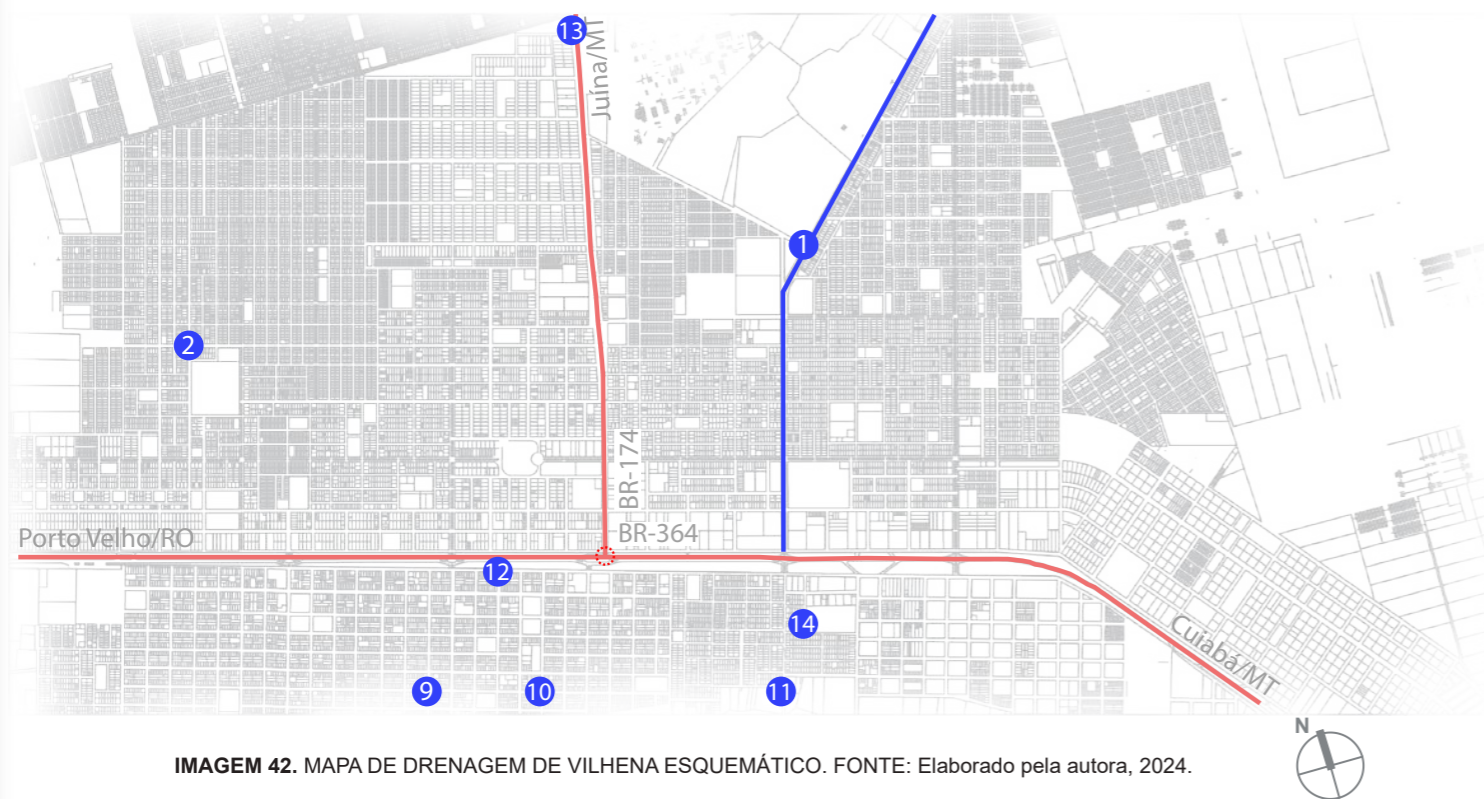


IMAGEM 42. MAPA DE DRENAGEM DE VILHENA ESQUEMÁTICO. FONTE: Elaborado pela autora, 2024.

O projeto da Drenagem Urbana de Vilhena foi voltado para o sistema de macrodrenagem, “propondo-se à resolução dos problemas das nascentes, margens dos rios, alagamentos e enchentes na área de enchentes na área urbana através de medidas estruturais e não estruturais.” (PMV. pág. 84. 2013.) Para melhor compreensão: o projeto foi dividido em subprojetos, que são conhecidos como: “Casos de intervenções”, ou apenas “Casos”, estes casos vão do número 1 ao 16. Os Casos 1, 2, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 foram selecionados como prioritários com o propósito de resolver os problemas iminentes na cidade relacionados à macrodrenagem.

Os Casos prioritários, são respectivamente:

Caso 1 (Avenida Brigadeiro Eduardo Gomes – Reservatório de Detenção)

Caso 2 (Rua 740 – Avenida Curitiba)

Caso 9 (Ponto de cruzamento do Igarapé Pires de Sá com a Rua Marquês Henrique)

Caso10 (Ponto de cruzamento do Igarapé Pires de Sá com a Rua Domingos Linhares)

Caso11 (Ponto de cruzamento do Igarapé Pires de Sá com a BR-364)

Caso12 (Travessia de drenagem pluvial BR-364, próximo à cerâmica Santo Augusto)

Caso13 (Ponto de cruzamento do Rio Barão do Melgaço com a BR-174, sentido ao aeroporto)

Caso14 (Ponto de cruzamento do Igarapé Pires de Sá com a Rua não pavimentada entre as Ruas Saldanha marinho e Afonso Pena).

Podemos visualizar, estes casos, no mapa esquemático ao lado, **Imagem 42**, onde foi contemplado a drenagem urbana.

### 5.3 ALAGAMENTOS, UM PROBLEMA HIDROLÓGICO PARA VILHENA

A partir do mapa esquemático de drenagem urbana de Vilhena, pode-se observar que o planejamento de drenagem urbana, elaborado pela cidade no ano de 2013, foi um projeto de extrema necessidade e que contemplou somente alguns pontos da cidade.

Para compreender melhor a expansão da urbanização da cidade, vamos fazer um breve comparativo sobre os bairros e o crescimento populacional entre os anos de 2000, 2003, 2013 e 2024. Segundo a Secretária de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão (SEPOG), no ano de 2000 a população era de 44.580 habitantes dentre estes somente 39.991 viviam na zona urbana. Os mapas da Prefeitura Municipal de Vilhena, no ano de 2003 mostra que a cidade contava com aproximadamente 60 bairros. No ano de 2013 a população era de 87.727 habitantes e contava com aproximadamente 78 bairros. No ano de 2024, cenário atual da cidade, conta com aproximadamente 101 bairros sendo eles residenciais, industriais e condomínios, com uma população de 108.528 habitantes. (PMV, 2024; SEPOG, 2013).

Nos mapas abaixo, **Imagem 3**, **Imagem 4**, e **Imagem 5**, podemos verificar a malha urbana da cidade e a sua transformação entre os anos de 2003, 2013 e 2024, a área destacada em branco é a área do nosso objeto de estudo. Podemos observar o impacto da urbanização dessa área ao entorno da Avenida Dedimes Cechinel/Perimetral, e como a vasta expansão em especial dos Residenciais do Cidade Verde é responsável por mais de 6 bairros, desta forma percebe-se que o planejamento anterior da drenagem urbana da cidade não contemplou esta ampliação.



IMAGEM 43. MAPA DE VILHENA, 14.04.2003. FONTE, Google Earth (2024) adaptado pela autora, 2024.



IMAGEM 44. MAPA DE VILHENA, 31.12.2013. FONTE, Google Earth (2024) adaptado pela autora, 2024.



IMAGEM 45. MAPA DE VILHENA, 31.10.2024. FONTE, Google Earth (2024) adaptado pela autora, 2024.

A Avenida Dedimes Cechinel, é uma avenida complexa, como observamos nos mapas anteriores a sua função era de uma via rural conhecida como linha 135, e ao passar dos anos com a urbanização atribui essa nova função urbana como Avenida Dedimes Cechinel, popularmente conhecida como Avenida Perimetral, o seu uso ainda é rural e urbano e se tornou uma via essencial para a população que habita essa área de expansão dos novos bairros como: Maria Moura, Moysés de Freitas, Cidade Verde (I, II, III, IV, Va, Ub) e Barão do Melgaço III. Em períodos de chuvas intensas ao longo da Avenida Perimetral/Dedimes Cechinel observa-se pontos de alagamentos o que pode gerar graves problemas para a comunidade local, como doenças, impacto no trânsito, problemas ambientais e danos materiais.

Segundo a PMV, 2013:

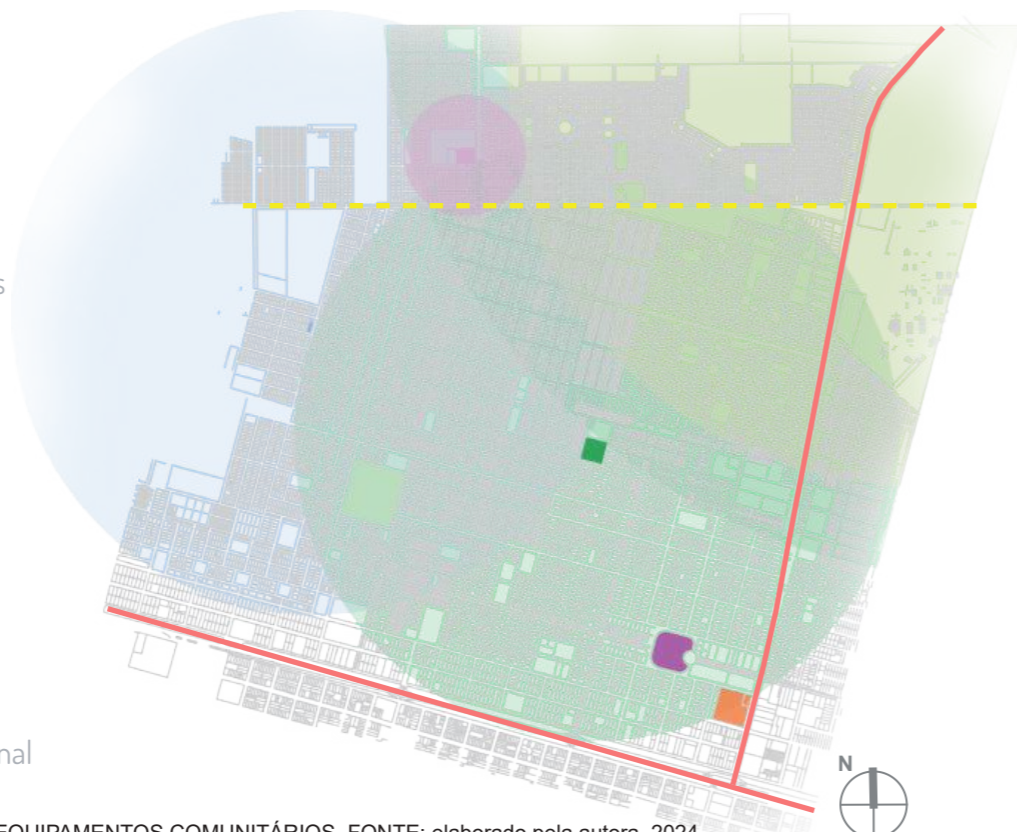
[...] O problema da drenagem pluvial se intensifica devido os períodos intensos de chuvas típicas da região amazônica. Estes elevados índices pluviométricos agregados ao solo arenoso da localidade causam erosões e outros problemas de ordem ambiental. Além disso, as enchentes e alagamentos nos bairros populosos tratam de agravar as doenças de veiculação hídrica e infectocontagiosas, prejudicando a população.” (PMV. pág. 84. 2013).

No mapa a baixo, na **Imagem 6**, é possível visualizar o raio de influência de equipamentos urbanos comunitários no entorno da avenida, tendo os diâmetros estabelecidos segundo a prefeitura municipal de Goiânia, (2007).

Índice Urbanístico dos Equipamentos Comunitários

LEGENDA

- Via Arterial Primária
- Via Arterial Secundária, Dedimes Cechinel/Perimetral
- Escola Infantil, raio 300m
- Escola de Ensino Fundamental, raio 1500m
- Escola de Ensino Médio, raio 3000m
- Polícia Ambiental, raio 2000m
- Cemitério Municipal
- Prefeitura Municipal
- Hospital Regional, impacto regional



**IMAGEM 46.** MAPA DE VILHENA EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS. FONTE: elaborado pela autora, 2024.

Além disso, para observarmos o entorno da via, vamos ampliar a área em destaque branco no mapa, Imagem 6, e analisar o uso do lotes conforme a **Imagem 7**, para facilitar a compreensão vamos adotar as seguintes orientações: o eixo Norte/Sul e Leste/Oeste. No eixo Leste/Oeste voltado a Leste temos os bairros: Residencial Cidade Verde (1), Condomínio Campus Elísios (2), Cidade Verde III (3) e Setor 19, Residencial Moriá (4). O Residencial Cidade Verde, com os lotes voltados para a Avenida Perimetral, possui lotes comerciais sendo de uso para venda de concreto e oficinas de carros, possui também lotes em vazios, e área residencial. Condomínio Campus Elísios possui

lotes residenciais de médio e alto padrão. O Cidade Verde III, possui lotes comerciais de escritório, panificadora, materiais para construção, rações, uso de equipamento público, lotes residenciais e lotes vazios. O Setor 19, possui lotes de centro religioso, comercial e residencial.



**IMAGEM 47.** MAPA DE VILHENA, ENTORNO E BAIRROS. FONTE: Elaborado pela autora, 2024.

No eixo Leste/Oeste voltado a Oeste temos os bairros: Residencial Cidade Verde II (5), Moysés de Freitas (6), Setor 35 (7) e Setor 29, Cristo Rei (8). O Residencial Moysés de Freitas, possui área de intervenção vai da rua 102-18 até a Avenida Melvin Jones, com lotes voltados para a Avenida Perimetral de uso residencial. O Cidade Verde II, possui lotes de uso comercial de venda de espetinho, mercado, materiais de construção, lotes residenciais e lotes vazios. O Setor 35, com lotes residenciais e na Avenida Vitória Régia possui uma rotatória marcando um dos pontos mais alagáveis da avenida Dedimes Cechinel. No Setor 29, a área de estudo deste projeto vai da Avenida Vitória Régia até a Avenida Melvin Jones, os lotes voltados para Avenida Perimetral são todos lotes residenciais. Também fazem parte do entorno, a escola Municipal Infantil José Paulo Paes, localizada no Moysés de Freitas, a Faculdade FIMCA 2 Campus Medicina e Jardins de Vilhena Shopping no Cidade Verde IV.

Segundo o jornal, Rondônia em Pauta, relata em janeiro de 2024, mais um caso de alagamento, desta vez na AV. Perimetral/Dedimes Cechinel, a avenida esteve submersa, tornando-se uma correnteza. Em um dos vídeos do jornal é registrado o momento em que uma moto foi derrubada pela força da água, comprovando os perigos que as pessoas enfrentam com as ruas alagadas, os registros do jornal mostraram que os desafios enfrentados pelos motoristas, formam um cenário alarmante de alagamentos e apontam para uma falha de drenagem urbana adequada. “Vilhena, testemunhou a fúria das chuvas que transformaram suas avenidas em verdadeiros rios.” (RONDÔNIA EM PAUTA. 2024).

O jornal local, Extra de Rondônia, também relata em janeiro de 2024, a insatisfação dos moradores dos bairros Cristo Rei (Setor 29), Cidade Verde III e Moisés de Freitas, devido a problemas recorrentes de alagamento na rotatória da Melvin Jones com a AV. Perimetral, em Vilhena, segundo o jornal:

“As fortes chuvas que têm atingido a região têm agravado a situação, causando transtornos para pedestres e motoristas que utilizam essa importante via. Os moradores e comerciantes alegaram que a falta de um sistema eficiente de drenagem está contribuindo para a formação de poças d’água, tornando difícil a travessia a pé e causando danos aos veículos que trafegam na área. Diante desse cenário, os moradores e comerciantes pedem medidas urgentes por parte das autoridades para solucionar o problema de alagamento na rotatória. Muitos sugerem a implementação de melhorias no sistema de drenagem, bem como a realização de manutenção para desobstruir os bueiros que aparentemente estão entupidos.” (EXTRADE-RONDÔNIA. 2024).

Os alagamentos tem causado preocupação na comunidade, pois até o presente momento, não foram adotadas medidas de contenção para os alagamentos, e diante disso os moradores e comerciantes continuam enfrentando os desafios das condições precárias da rotatória, pois em tempos de chuvas fortes estão comprometidos a segurança e a mobilidade de todos na região. (RONDÔNIA, 2024).

Diante destes fatos, para enriquecer a discussão, foi realizado um levantamento em dia de chuva intensa para registrar um dos pontos de alagamentos na Avenida Dedimes Cechinel/Perimetral, é possível observar, a via cobertura por uma lâmina de água barrosa, o transbordamento de água pelo sistema de drenagem existente, é nítida a visão de que a água pluvial é incapaz de infiltrar no solo, e os equipamentos de drenagem existente se apresentam ineficientes diante do grande volume de água na avenida, além disso pode-se constatar o impacro no tráfego, bloqueando a passagem principalmente de motocicletas e bicicletas.

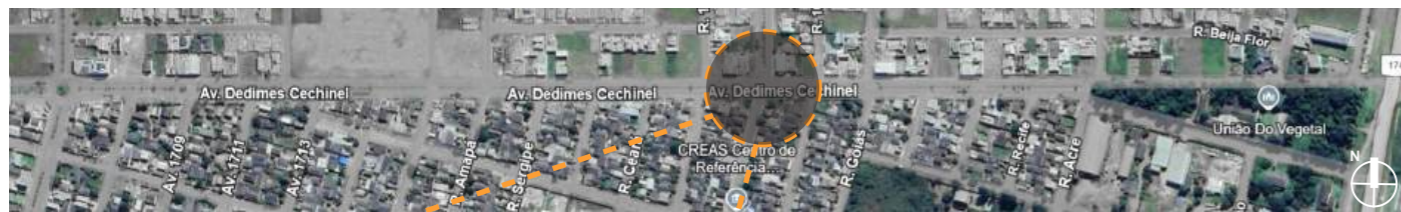


IMAGEM 48. MAPA DE VILHENA, AVENIDA DEDIMES CECHINEL. FONTE, Google Earth (2024) adaptado pela autora, 2024.

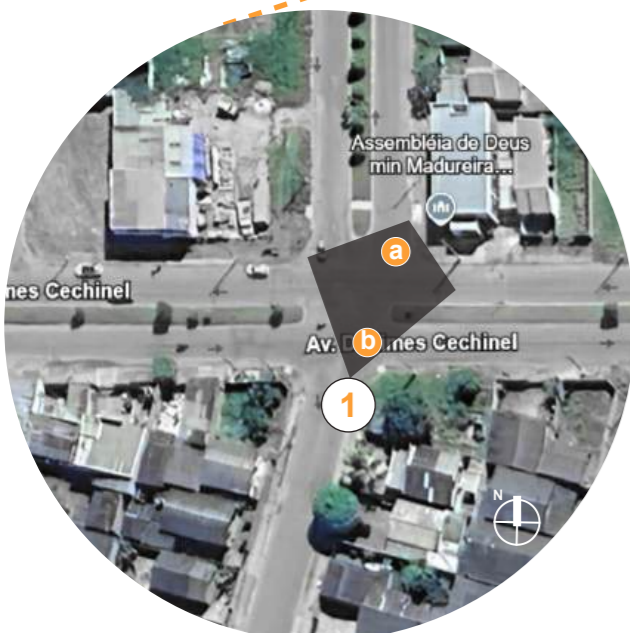


IMAGEM 49. AVENIDA DEDIMES CECHINEL, ZOOM. FONTE, Google Earth (2024) adaptado pela autora, 2024.



Equipamento de drenagem Urbana Existente

IMAGEM 52. AV PERIMETRAL. FONTE: acervo da autora, 2024.



IMAGEM 50. AV PERIMETRAL. FONTE: acervo da autora, 2024.

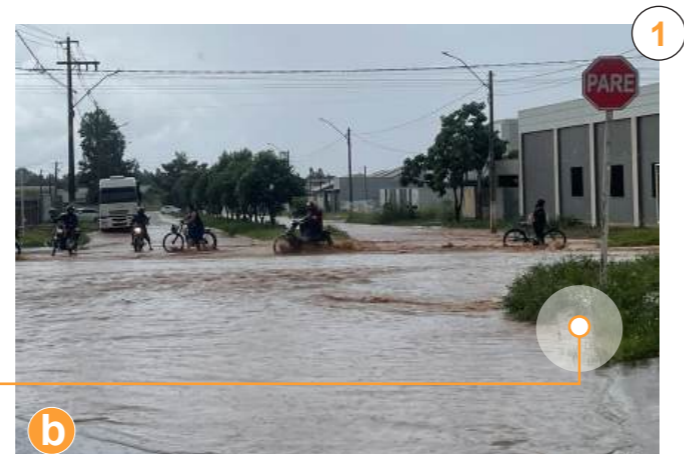


IMAGEM 51. AV PERIMETRAL. FONTE: acervo da autora, 2024.



IMAGEM 53. AVENIDA DEDIMES CECHINEL, ZOOM. FONTE, Google Earth (2024) adaptado pela autora, 2024.



IMAGEM 54. AV PERIMETRAL. FONTE: acervo da autora, 2024.



IMAGEM 55. AV PERIMETRAL. FONTE: acervo da autora, 2024.



IMAGEM 56. AV PERIMETRAL. FONTE: acervo da autora, 2024.



IMAGEM 57. AVENIDA DEDIMES CECHINEL, ZOOM. FONTE, Google Earth (2024) adaptado pela autora, 2024.



IMAGEM 58. AV PERIMETRAL. FONTE: acervo da autora, 2024.



IMAGEM 59. AV PERIMETRAL. FONTE: acervo da autora, 2024.



IMAGEM 60. AV PERIMETRAL. FONTE: acervo da autora, 2024.

Como observamos na história do Saneamento Básico e na história do Brasil, os seres humanos ao longo dos tempos foram expostos a inúmeras situações precárias de riscos por falta de políticas públicas que preservassem a vida da população e se comprometessem com a higienização das ruas, bem como o planejamento urbano de infraestrutura para a sustentação dos usos urbano. Os riscos hidrológicos como vimos são eventos naturais e sempre ocorreram, a preservação do meio ambiente alinhado a políticas públicas são a base de uma qualidade de vida para a população.

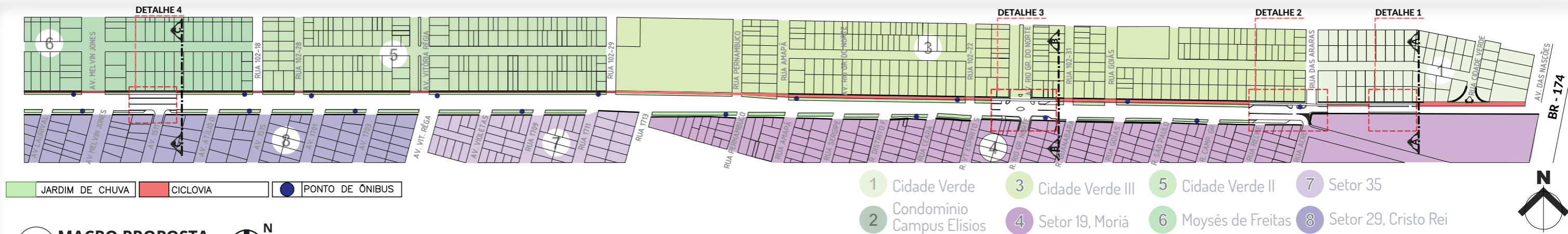
Os alagamentos ocorridos na avenida perimetral é um fato grave que atinge a comunidade local, em aspectos físicos, sociais e ambientais. Os impactos dos alagamentos, geram prejuízos de bens materiais às propriedades e a infraestrutura urbana, contaminação por veiculação hídrica, e em casos alarmantes a perda da vida.

Diante deste cenário questionável de problemas hidrológicos nas cidades e principalmente na cidade de Vilhena, cabe nos questionar se seria possível utilizar de medidas de mitigação para o alagamento na cidade, na Avenida Dedimes Cechinel com diretrizes que contribuíssem para a qualidade de vida da população? Nos próximo capítulo serão apresentadas possíveis soluções para um planejamento urbano sustentável.



# 6 O PROJETO





**1 MACRO PROPOSTA**  
ESC: 1:5000

Como observamos anteriormente, a drenagem urbana desempenha um papel crucial na manutenção da infraestrutura das cidades e no bem-estar da população. É importante lembrar que em áreas urbanizadas e com o rápido crescimento populacional as mudanças do uso do solo influenciam em maior impermeabilização das superfícies, sendo um dos fatores que agrava o escoamento das águas pluviais.

Na cidade de Vilhena/RO, que é nosso objeto de estudo, conforme observamos no item 3.1, é uma cidade que teve um planejamento de drenagem urbana em pelo menos 10 anos, sendo que desse planejamento somente uma parte pode ser executada.

O trecho de intervenção urbana será especificamente na Avenida Dedimes Cechinel, também conhecida como Avenida Perimetral. Observando o levantamento fotográfico realizado na avenida, podemos perceber que a via não possui equipamentos de drenagem urbana adequada, e somado a isso o volume de água excedente mantém a via alagada durante períodos de chuvas intensas, dessa forma o alagamento da via compromete a mobilidade e a segurança dos moradores, contribuindo em sérios danos materiais que afetam negativamente o meio ambiente e a comunidade. Destes impactos pode-se destacar a degradação das vias públicas, a poluição dos corpos hídricos e o aumento dos riscos à saúde pública.

A relevância deste capítulo, está em apresentar uma proposta de solução sustentável para mitigar esses problemas de alagamento, por meio de um projeto de intervenção na via com as soluções para inundações e alagamentos, que foram apresentadas no capítulo anterior, onde as técnicas sustentáveis apresentadas podem atender às necessidades específicas da cidade proporcionando qualidade de vida à população.

**CONCEITO**

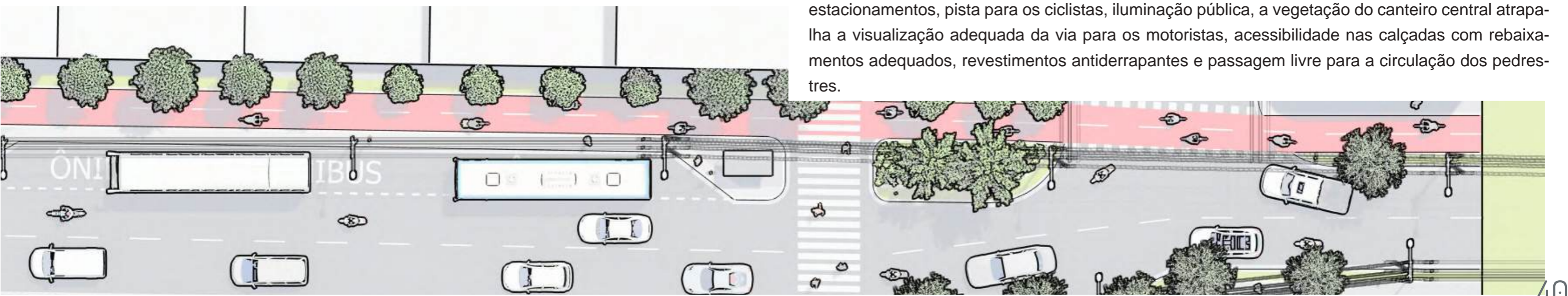
A Avenida Perimetral, pode ser classificada como via arterial secundária, que segundo o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) permite o trânsito entre as regiões da cidade, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias. “Suas vias podem acomodar as linhas de ônibus locais e prover continuidade entre as comunidades, evitando, entretanto, penetrar nessas comunidades. Inclui as conexões urbanas com vias coletoras rurais [...]” (DNIT; pág 50, 2010).

A Avenida Perimetral recebe este nome a partir do entroncamento com a BR 174, que é uma via de trânsito rápido, até o limite da a Rua 101-12 com o Bairro Residencial Maria Moura, após este percurso a Avenida Perimetral recebe o nome de Linha 135 se tornando uma via de trânsito rural. A extensão desta via completa é de aproximadamente 12 km cortando a cidade de Vilhena no eixo Leste/Oeste.

Limitando o ponto da via que mais sofre com o alagamento temos o trecho de 1,5km, que esta representado acima na macroproposta, é cercado pelos seguintes bairros residenciais: Setor 19, Setor 35, Cristo Rei, Setor 29, Residencial Cidade Verde, Residencial Cidade Verde III, Residencial Cidade Verde II, Setor 102 Residencial Moysés de Freitas.

Os meios de locomoção utilizados são, carro, moto, caminhões de entregas, ônibus e o mais comum é a bicicleta. O trecho compreende um número considerável de comércios o que torna a avenida um pequeno centro comercial.

A via carece de equipamentos adequados de águas pluviais, melhorias no transporte de ônibus e instalações de pontos de ônibus, delimitação das pistas de rolagem, sinalização adequada, estacionamentos, pista para os ciclistas, iluminação pública, a vegetação do canteiro central atrapalha a visualização adequada da via para os motoristas, acessibilidade nas calçadas com rebaixamentos adequados, revestimentos antiderrapantes e passagem livre para a circulação dos pedestres.



Desta maneira com a compressão do local e dos usos da comunidade, o projeto tem como objetivo manter os usos já acostumados pela população, buscando trazer função social e segurança para o espaço com o alinhamento de cada uso, conforme é a mobilidade urbana local, e por fim trazer através de diretrizes soluções sustentáveis que possam ser integradas à Avenida colaborando para solucionar a drenagem urbana e consequentemente melhorando o uso diário da população.

## PARTIDO

Em razão desta problemática, adotamos as seguintes diretrizes como solução para o projeto urbano de drenagem urbana sustentável:

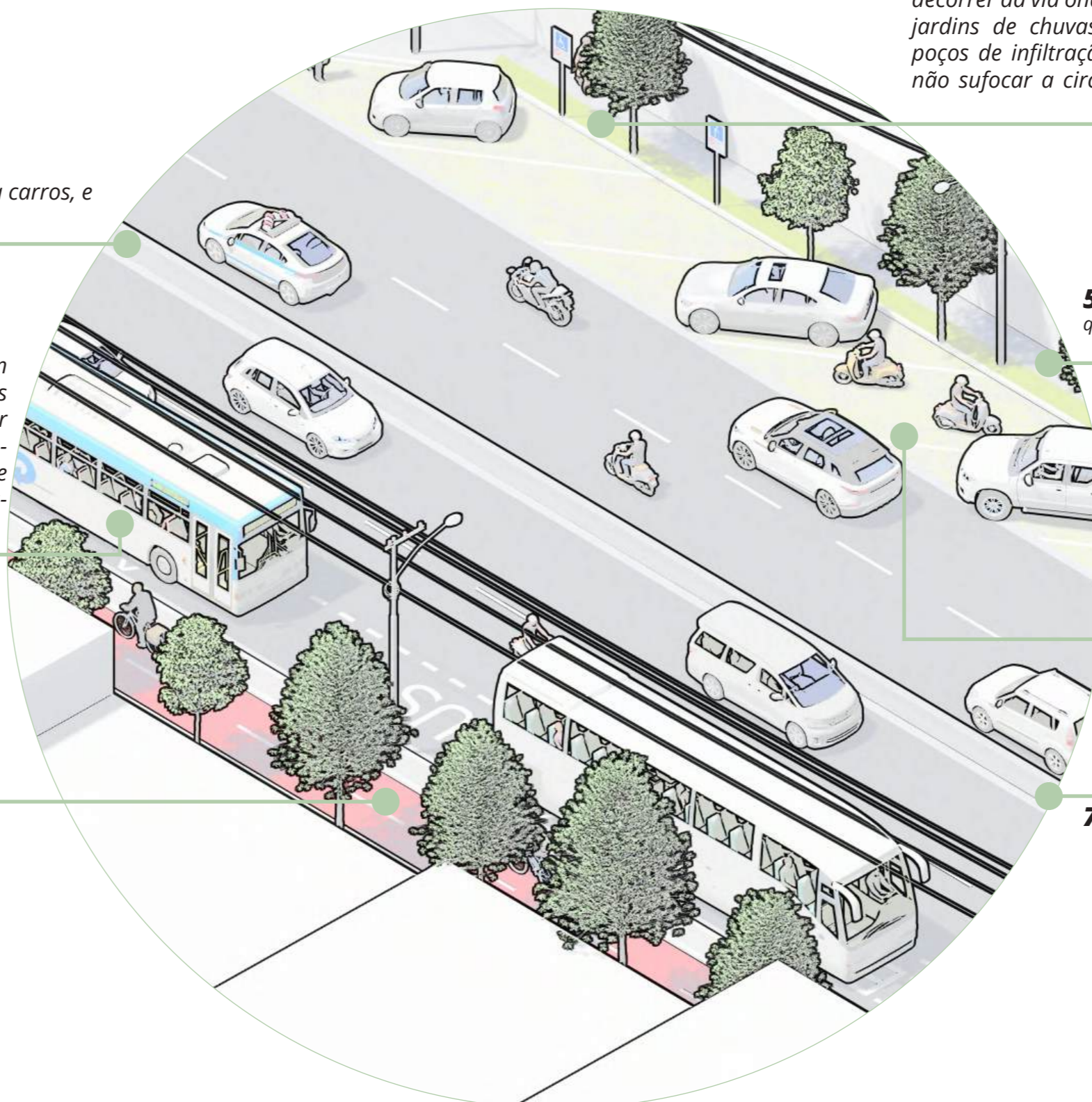


**1** - Limitação das pistas de rolagem para carros, e motocicletas

**2** - Pontos de Ônibus, inseridos em pontos estratégicos a pelo menos 800m nos dois sentidos para permitir uma circulação mais fluída, permitindo o espaço da baía exclusivamente para ônibus com espera para a população.



**3** - Pista exclusiva para uso dos ciclistas, ciclovia



**4** - Utilização de jardins de chuvas, poços de infiltração com arborização e biovaletas, pensando em utilizar o espaço verde de maneira que a água possa penetrar com mais facilidade no solo e no decorrer da via onde seja permitido a construção de jardins de chuvas com canteiros mais largos, e poços de infiltração onde o espaço é menor para não sufocar a circulação da pista de rolagem, da ciclovia e das calçadas.



**5** - As calçadas foram planejadas para que os pedestres tenham mais espaço confortável para circulação



**6** - Vagas Verdes, onde a área está destinada para estacionamento local, utilizar na vaga de estacionamento ecopavimentos, aumentando a permeabilidade da via.



**7** - Utilização de sarjetas permeáveis e meio fio drenante ao longo de toda a avenida.





## 1 MACRO PROPOSTA

ESC: 1:5000

Podemos observar a limitação de cada pista de rolagem para os veículos como carros e motos, ônibus e caminhões. Ao lado das pistas de rolagem, temos duas faixas de serviços que também estão sendo utilizadas para a drenagem urbana com plantio de árvores e poços de infiltração, os postes são fixados com uma caixa profunda de concreto para assegurar sua fixação.

Temos uma faixa de pedestre que corta a avenida, as calçadas tem o rebaixamento necessário para acessibilidade. Ao lado da faixa de serviço temos a ciclovia com duas direções protegida pelo espaçamento da faixa de serviço e os meios fios em volta.

O dimensionamento correto das avenidas e dos perfis das vias, segui as seguintes tabelas:

Tendo base nos seguintes manuais: Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas, DNIT, 2010; Plano Diretor de Transporte e Mobilidade Urbana de Vilhena, 2016; Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2020; e Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias da Cidade de São Paulo, 2021.

### PISTAS DE ROLAMENTO, VIA ARTERIAL SECUNDÁRIA

Velocidade Permitida 60 - 80 km/hr		Velocidade Permitida 50 - 60 km/hr		NR/Lei
Min.	Máx.	Min.	Máx.	
3,50m	3,60m	3,30m	3,50m	DNIT, et al, 2010
2,80m	3,60m			VILHENA, 2016

### FAIXA DE ESTACIONAMENTO

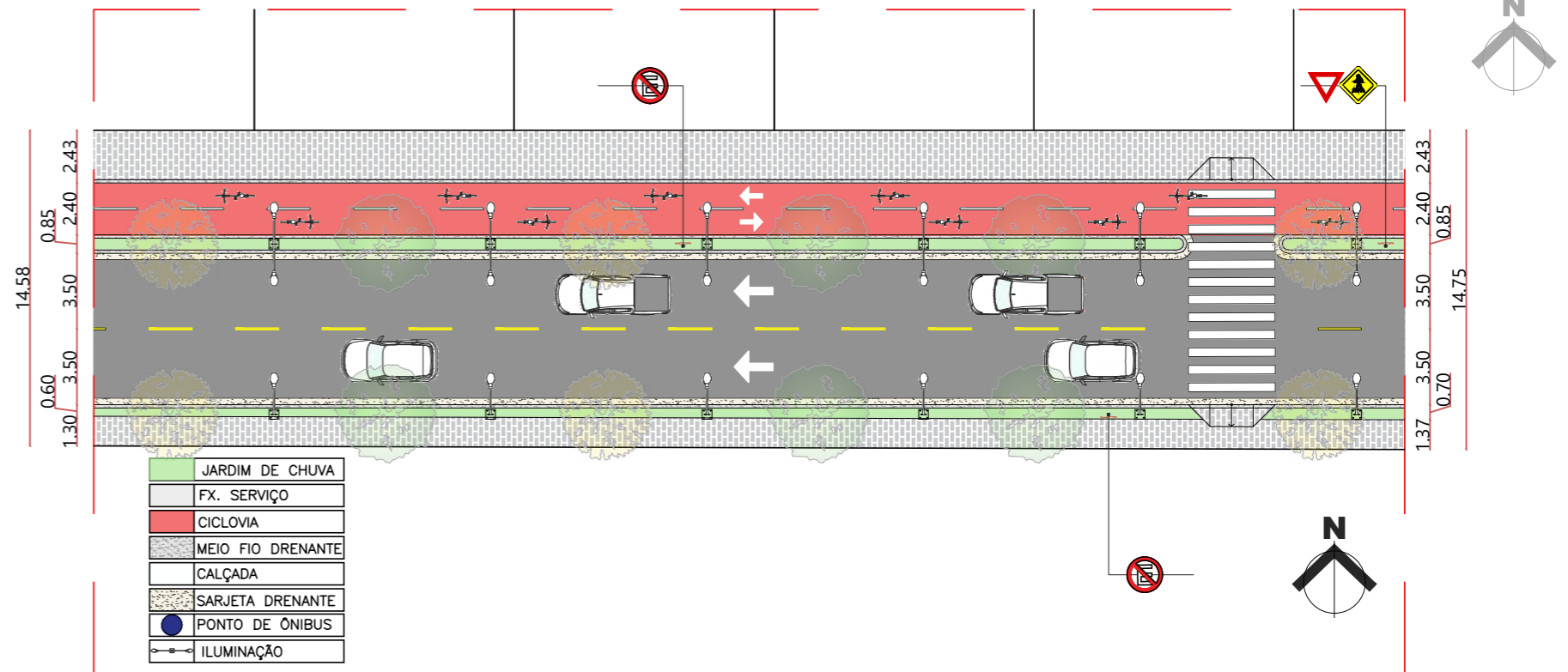
Largura		30°		45°		60° ou 90°		NR/Lei
Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	
2,40m	3,60m							DNIT, et al, 2010
2,00m	2,60m	4,00m	4,60m	4,80m	5,20m	5,00m	5,40m	VILHENA, 2016

### LARGURA DOS PASSEIOS, PARA VIAS ARTERIAIS

Mínimo	Desejável	Faixa de Acesso	Faixa de Serviço	Ponto de Ônibus	NR/Lei
1,20m	1,50m	0,60	0,60	2,40m	DNIT, et al, 2010
1,20m	1,80m	0,70	0,70		CIDADE DE SÃO PAULO, 2021
1,20m			0,70		ABNT, 2020,
1,50m	3,60m	0,60m	0,70m	2,40m	VILHENA, 2016

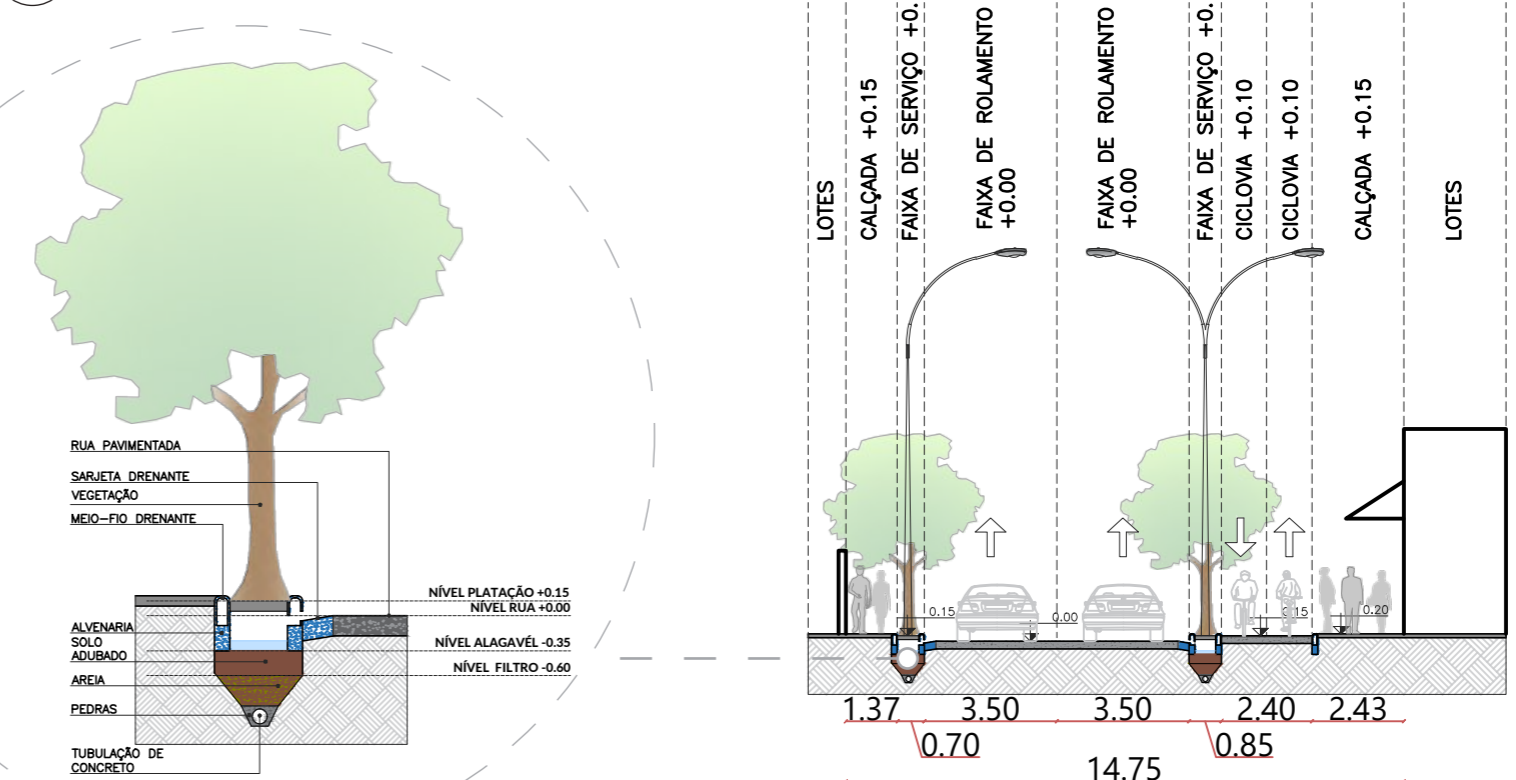
### CICLOVIAS

Mínimo sem meio fio e sarjeta	Mínimo com meio fio e sarjeta	Desejável em um sentido	Faixa de Segurança	NR/Lei
0,90m	1,20m	1,50m	0,20m	DNIT, et al, 2010
0,80m	1,50m	1,50	0,25m	CIDADE DE SÃO PAULO, 2021
0,90m	1,20	1,30	0,30m	VILHENA, 2016



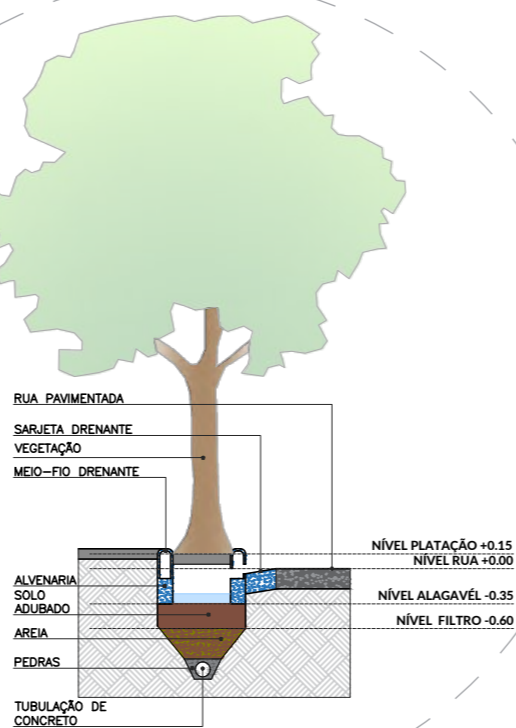
## 2 DETALHE 1

ESC: 1:300



## 4 DETALHE - POÇO DE INFILTRAÇÃO

ESC: 1:75

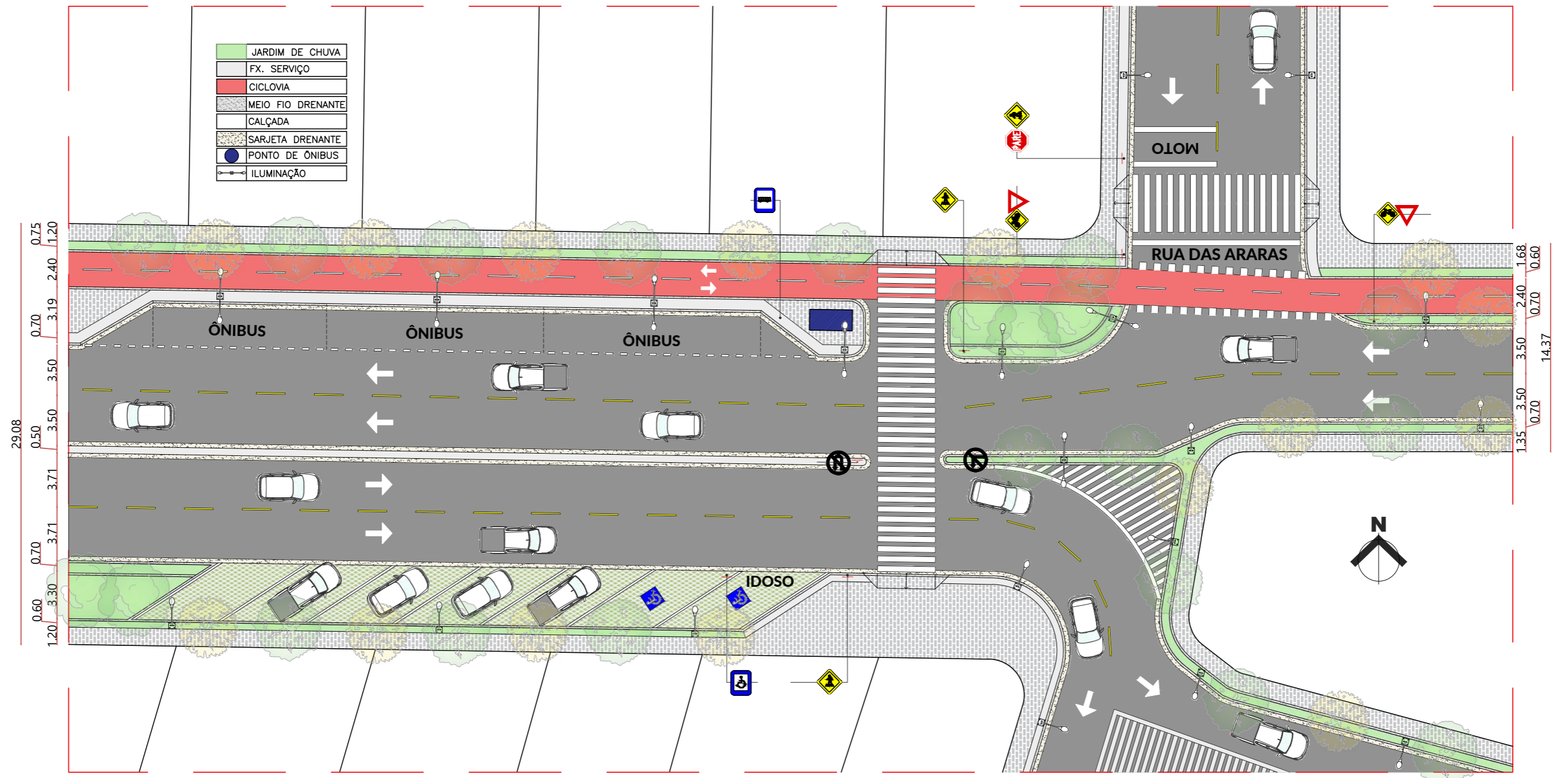


## 3 PERFIL AA

ESC: 1:200



**1 MACRO PROPOSTA**  
ESC: 1:5000



**2 DETALHE 2**  
ESC: 1:300



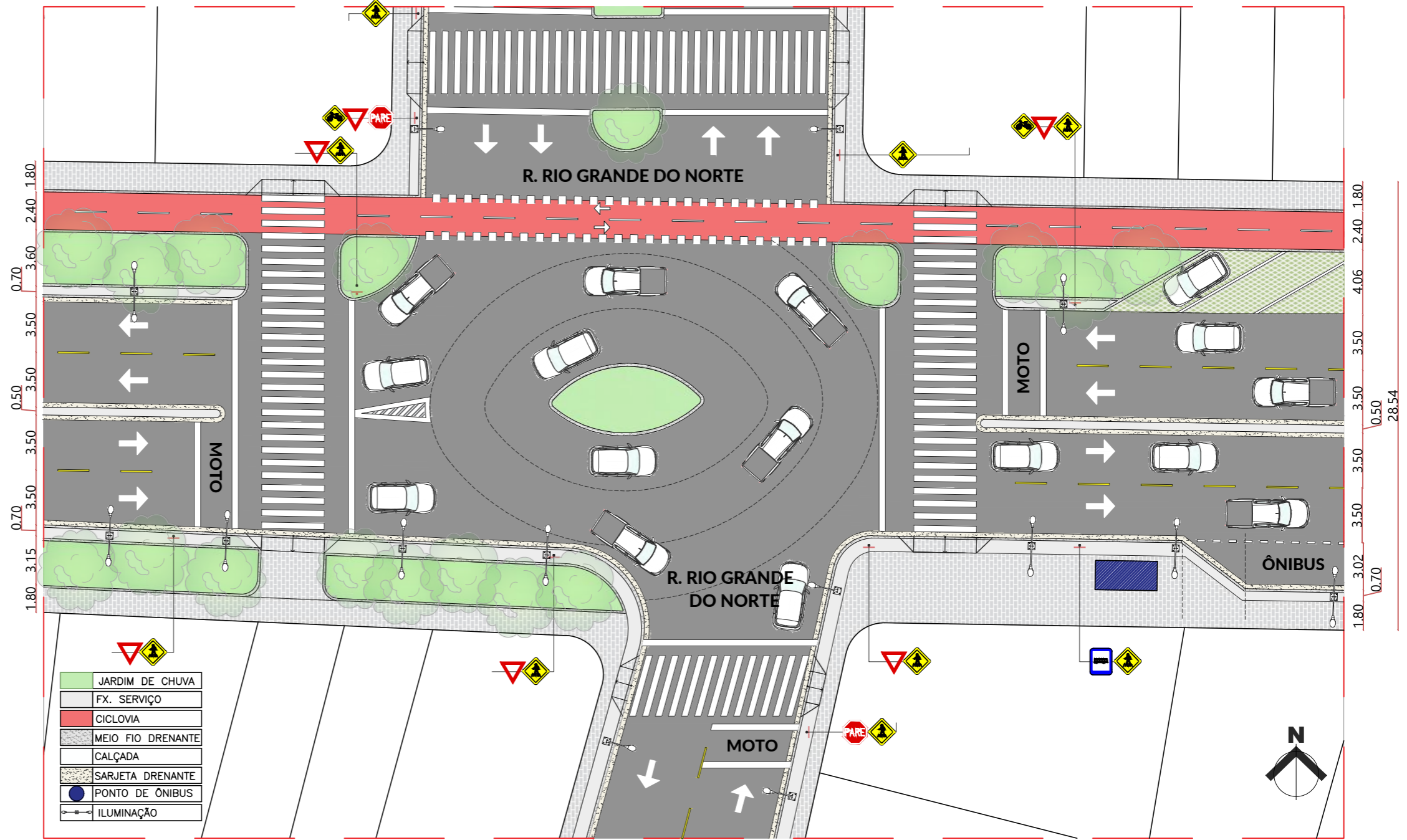


- JARDIM DE CHUVA
- CICLOVIA
- PONTO DE ÔNIBUS

**1 MACRO PROPOSTA**  
ESC: 1:5000



**2 IMAGEM**  
ESC: S/E

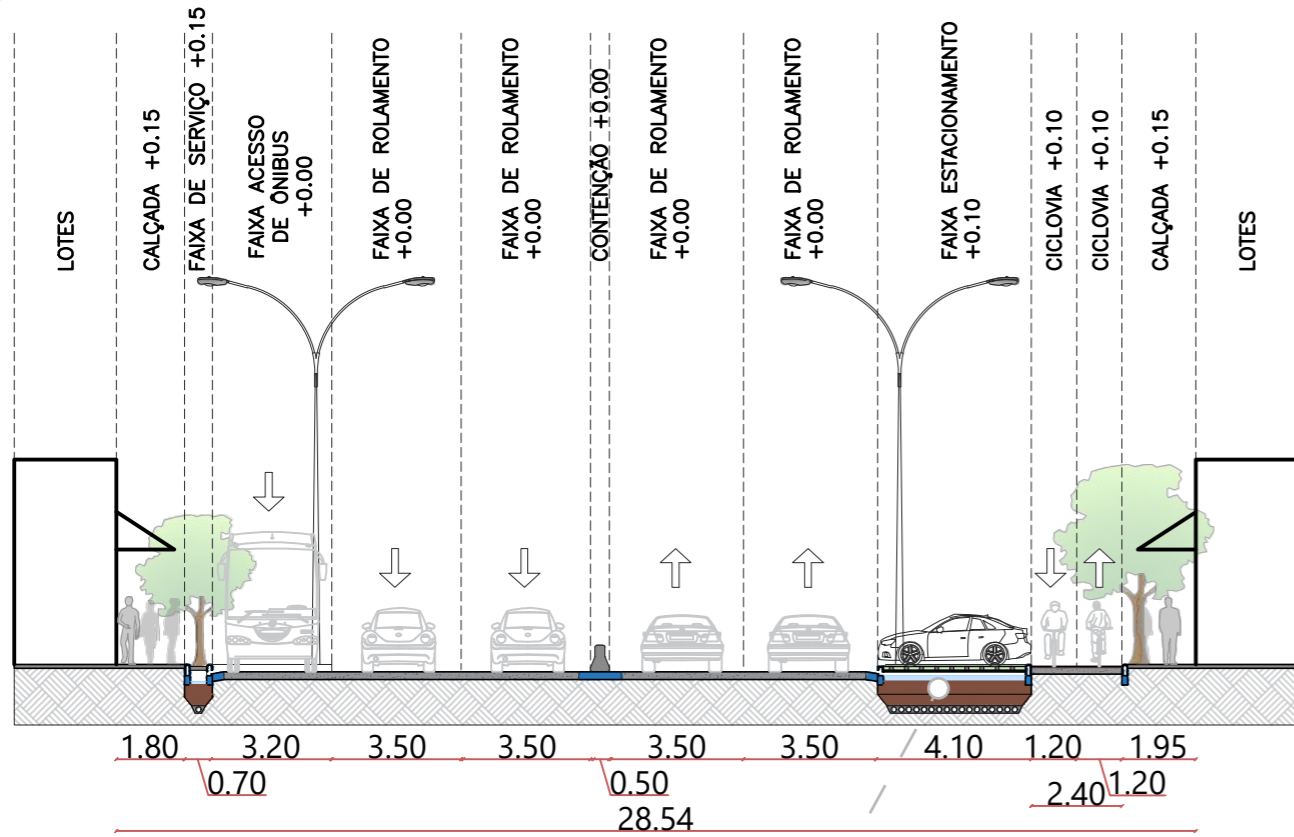


**3 DETALHE 3**  
ESC: 1:300

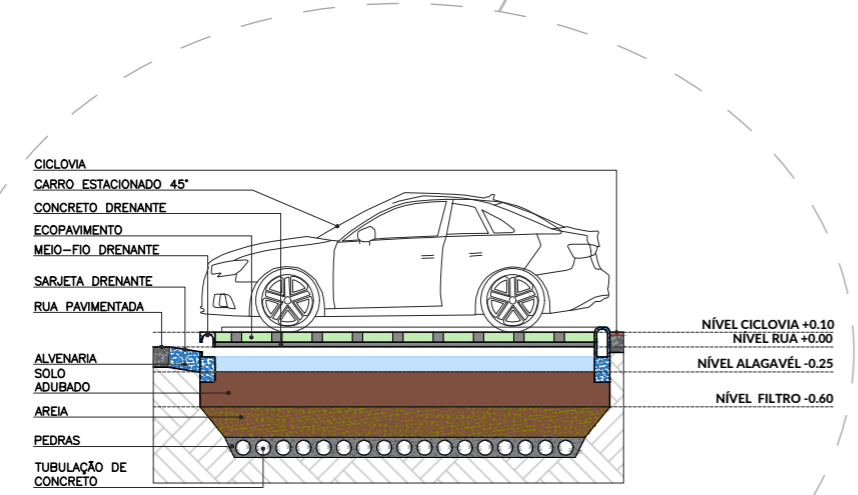




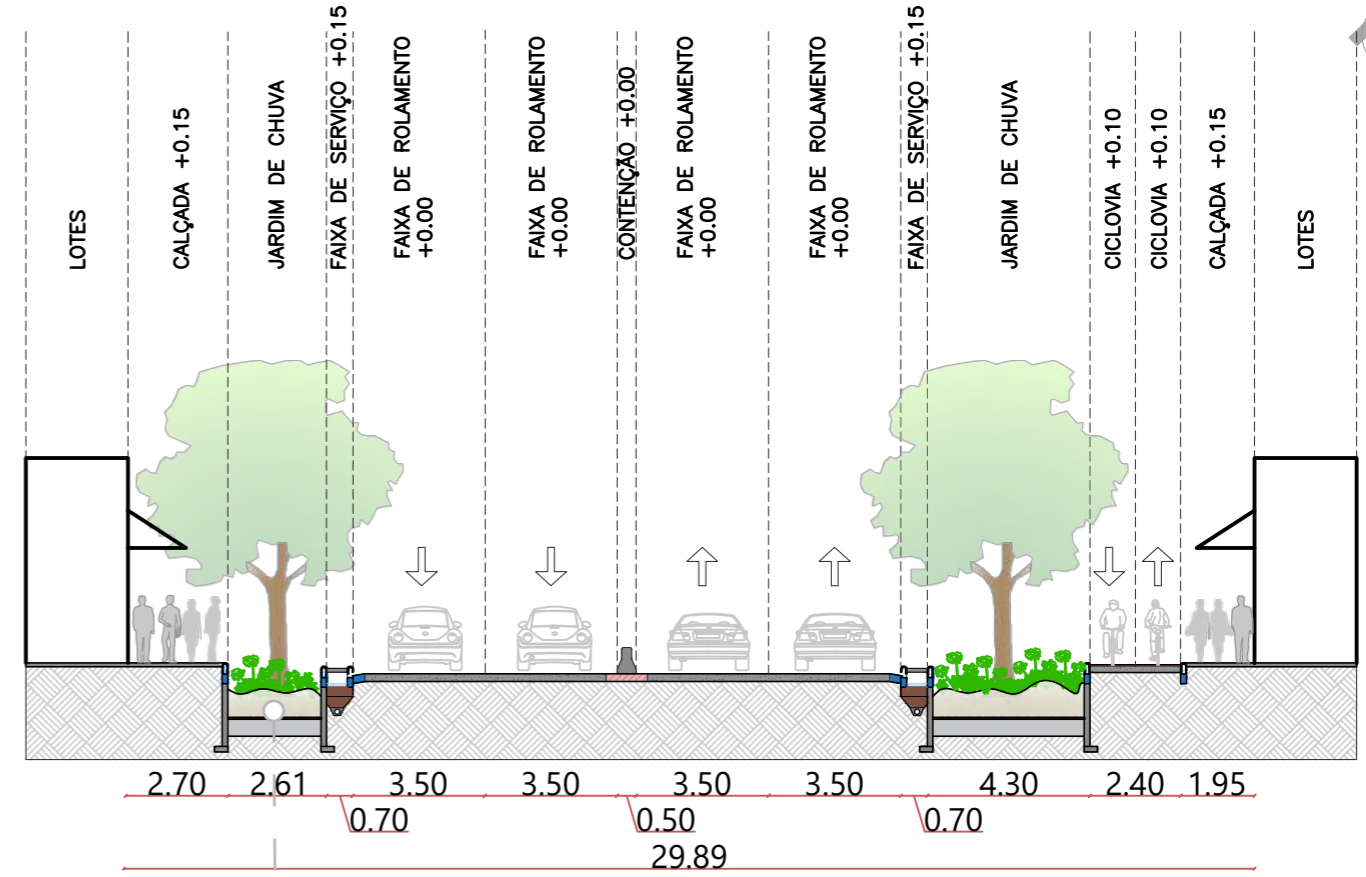
**1 MACRO PROPOSTA**  
ESC: 1:5000



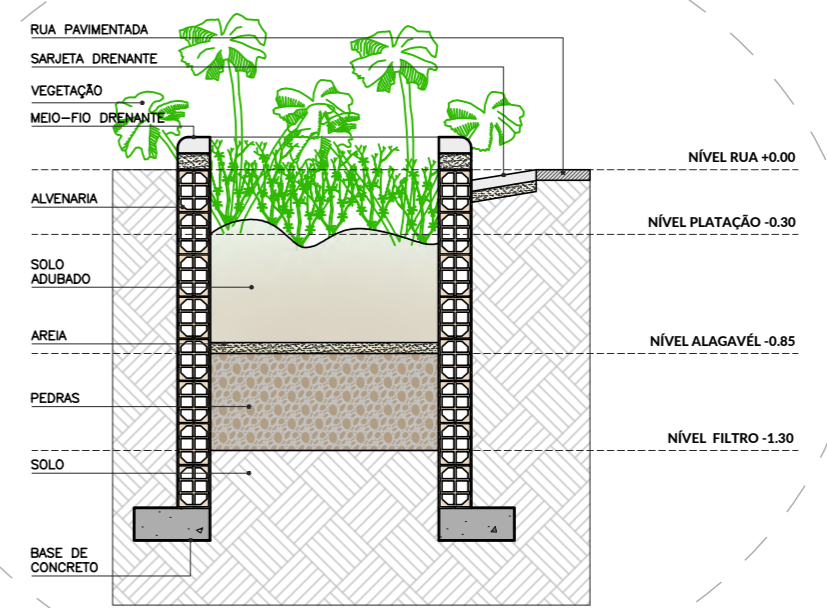
**2 PERFIL BB**  
ESC: 1:200



**3 DETALHE ECOPAVIMENTO**  
ESC: 1:75



**4 PERFIL CC**  
ESC: 1:200

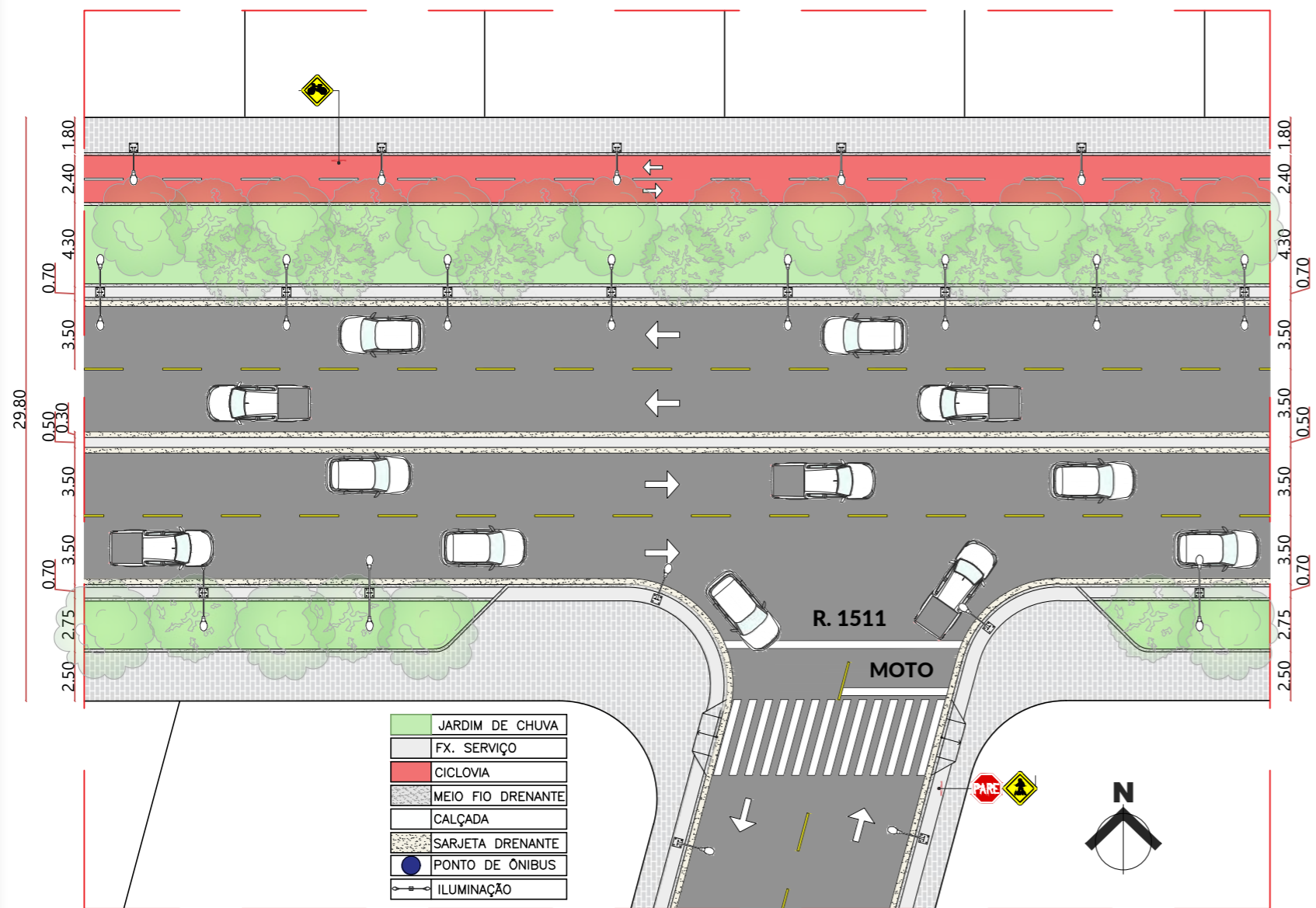


**5 DETALHE JARDIM DE CHUVA**  
ESC: 1:50



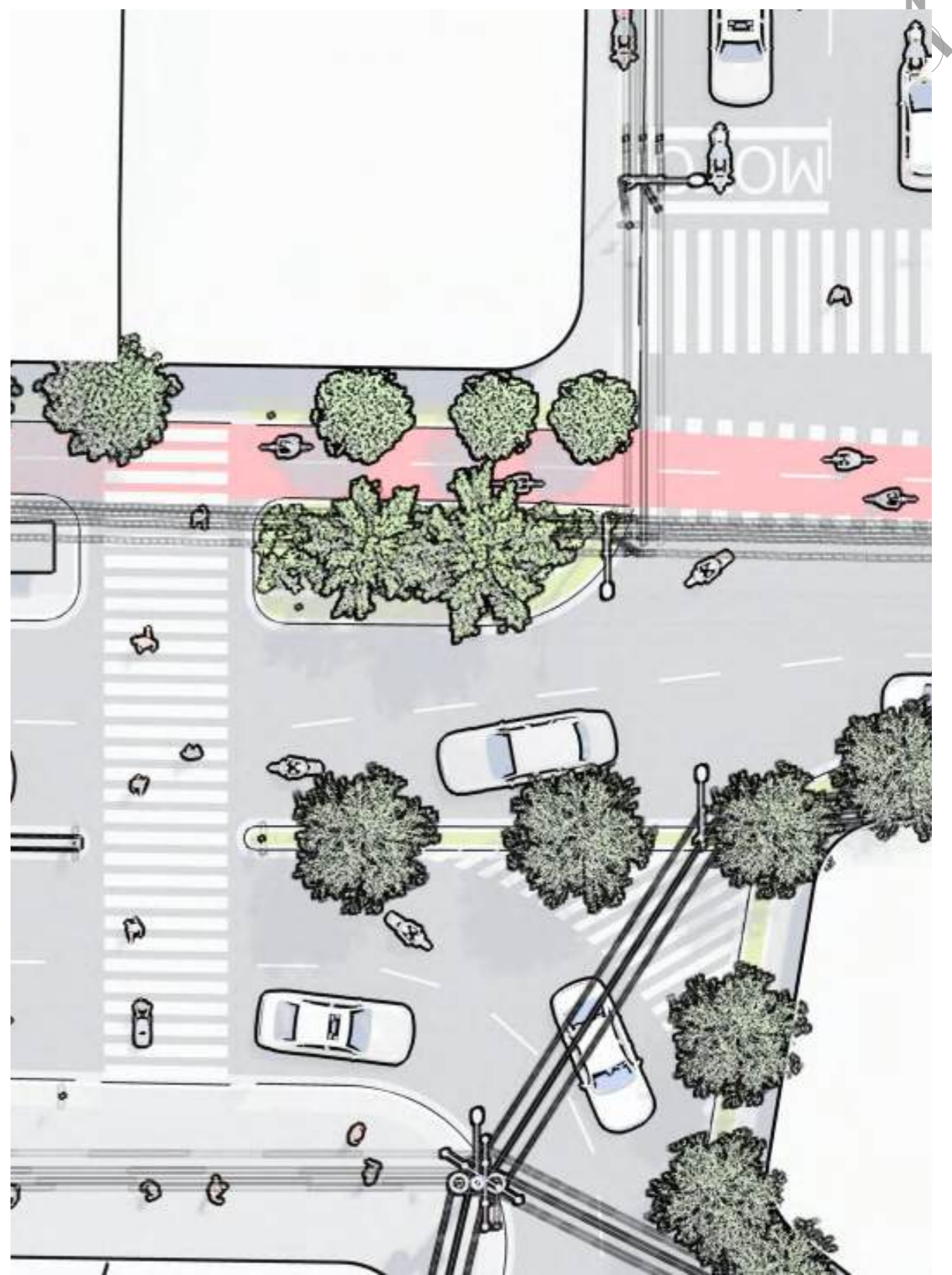
- JARDIM DE CHUVA
- CICLOVIA
- PONTO DE ÔNIBUS

**1 MACRO PROPOSTA**  
ESC: 1:5000

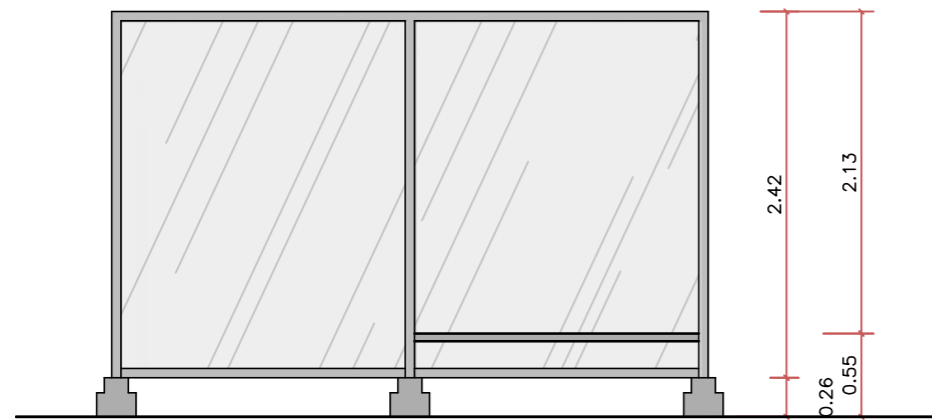


- JARDIM DE CHUVA
- FX. SERVIÇO
- CICLOVIA
- MEIO FIO DRENANTE
- CALÇADA
- SARJETA DRENANTE
- PONTO DE ÔNIBUS
- ILUMINAÇÃO

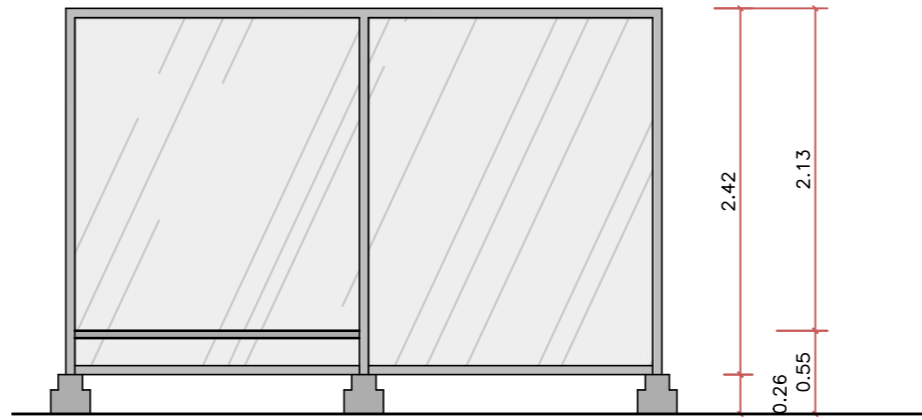
**2 DETALHE 4**  
ESC: 1:300



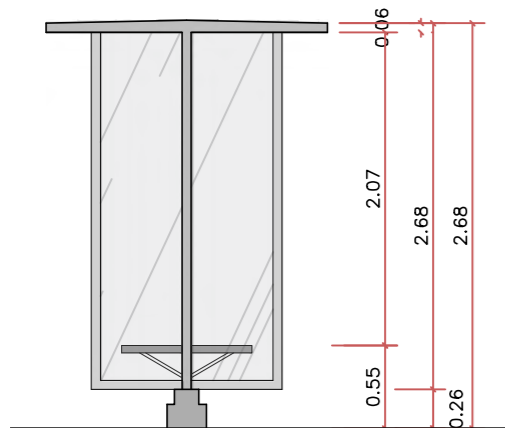
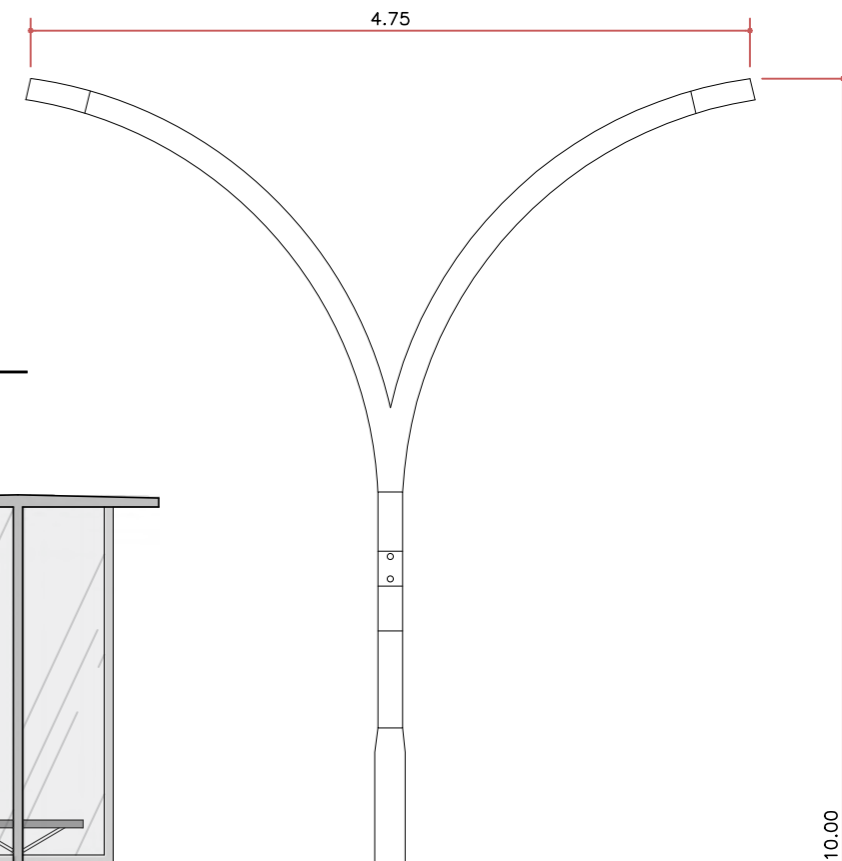
**3 IMAGEM**  
ESC: S/E



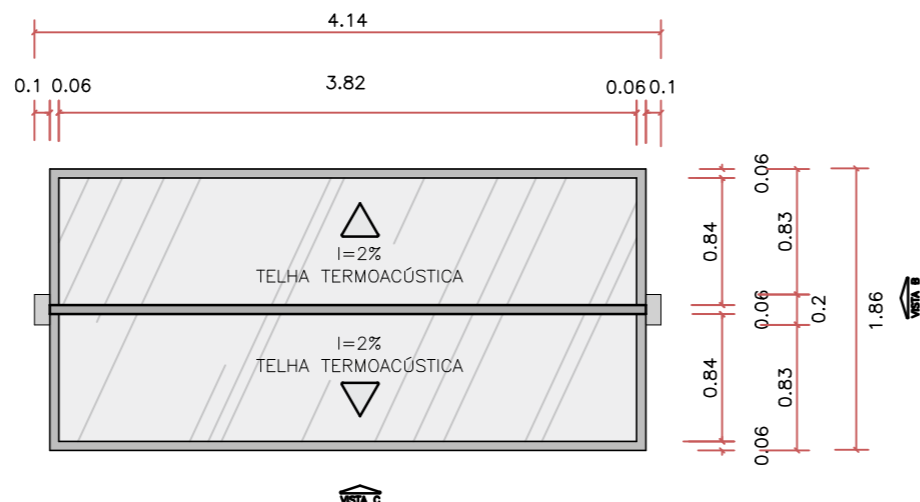
**1 VISTA A - PONTO DE ÔNIBUS**  
ESC: 1:50



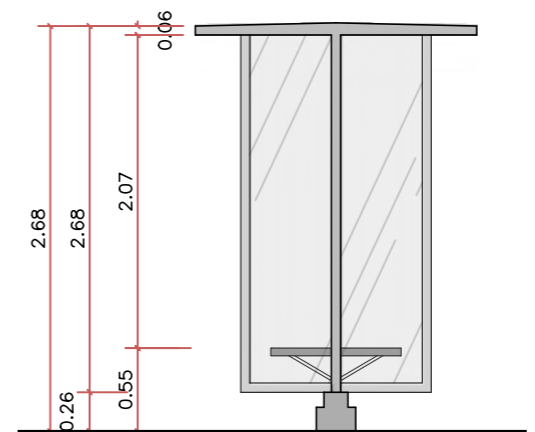
**2 VISTA C - PONTO DE ÔNIBUS**  
ESC: 1:50



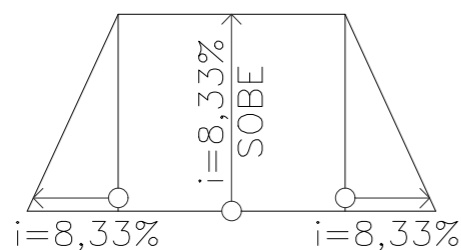
**3 VISTA D - PONTO DE ÔNIBUS**  
ESC: 1:50



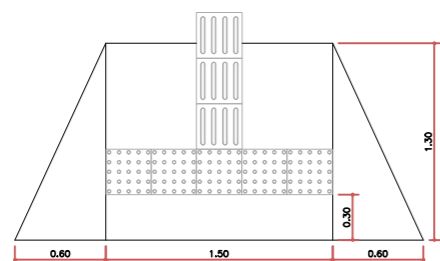
**4 PLANTA - PONTO DE ÔNIBUS**  
ESC: 1:50



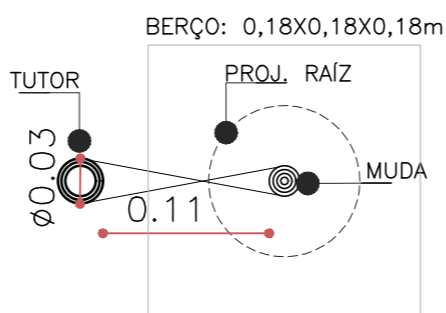
**5 VISTA B - PONTO DE ÔNIBUS**  
ESC: 1:50



**6 DETALHE - REBAIXAMENTO DA CALÇADA**  
ESC: 1:50



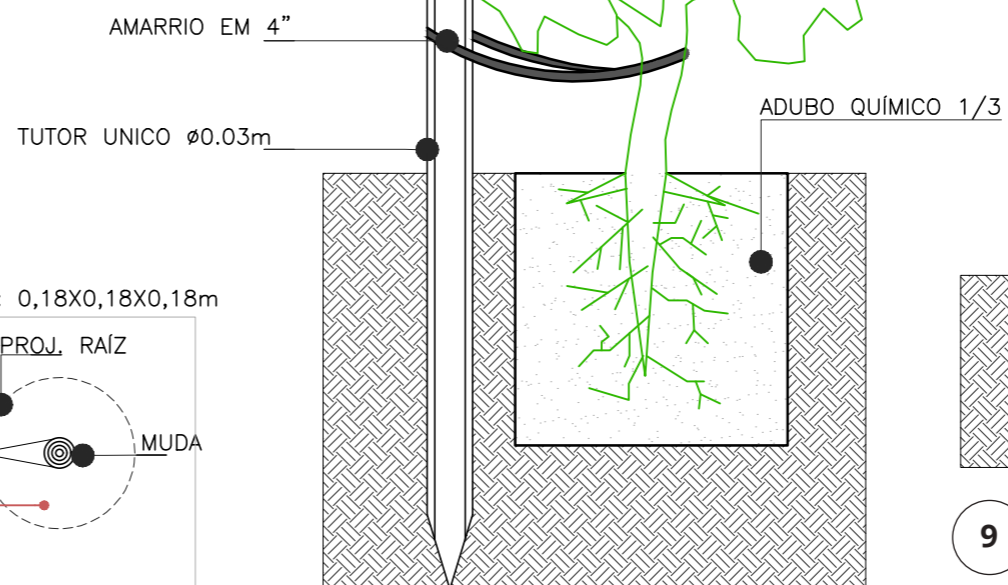
**7 DETALHE - CALÇADA PISO TÁTIL**  
ESC: 1:50



VISTA DE CIMA

CORTE ESQUEMÁTICO

**8 DETALHE BERÇO - MUDA DE 0,30m**  
ESC: 1:5



**9 DETALHE POSTE**  
ESC: 1:50



**1 MACRO PROPOSTA**  
ESC: 1:5000



**1 VISTA SUPERIOR DETALHAMENTO -2**  
ESC: S/E

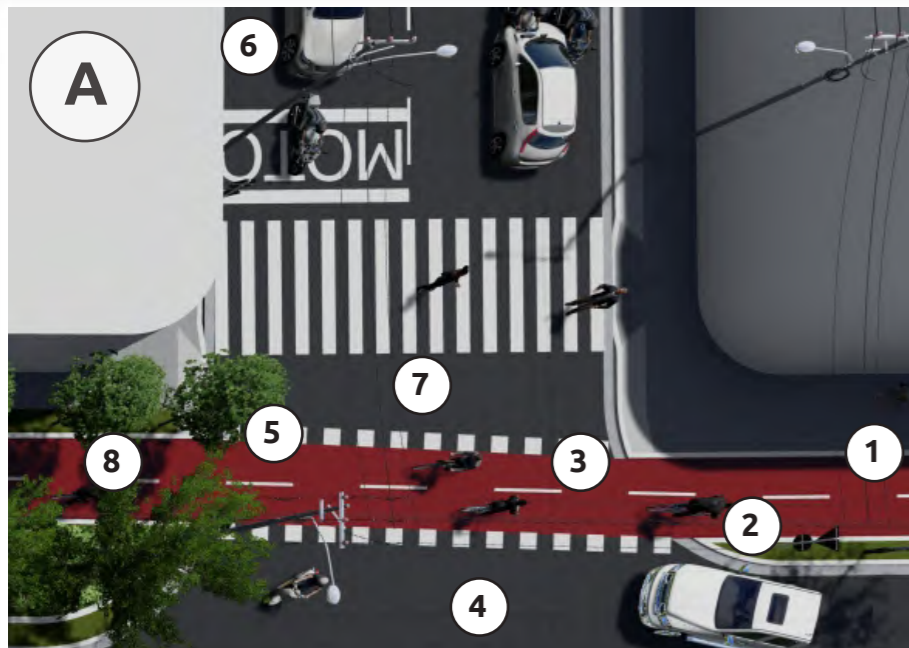


IMAGEM 61. VISTA SUPERIOR, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 62. VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 63. VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 64. VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 65. VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 66. VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 67. VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 68. VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 69. VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.

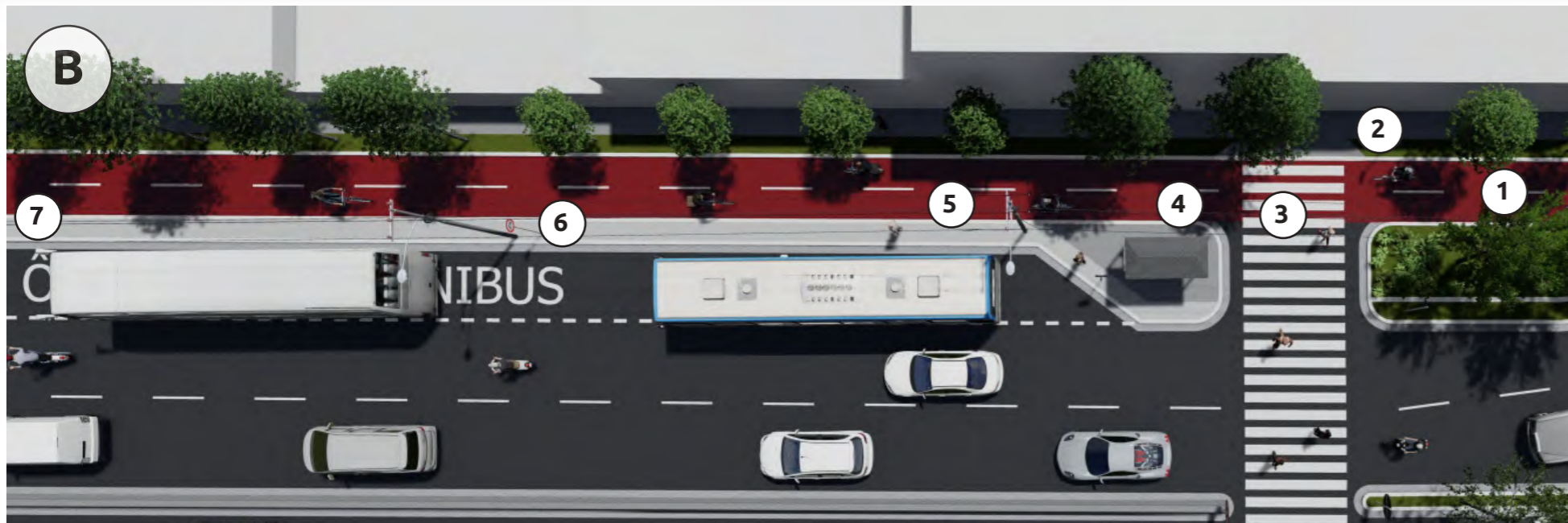


IMAGEM 70. VISTA SUPERIOR, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 71 VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 72. VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 73. VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 74. VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 75. VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 76. VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 77. VISTA EM PERSPECTIVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.

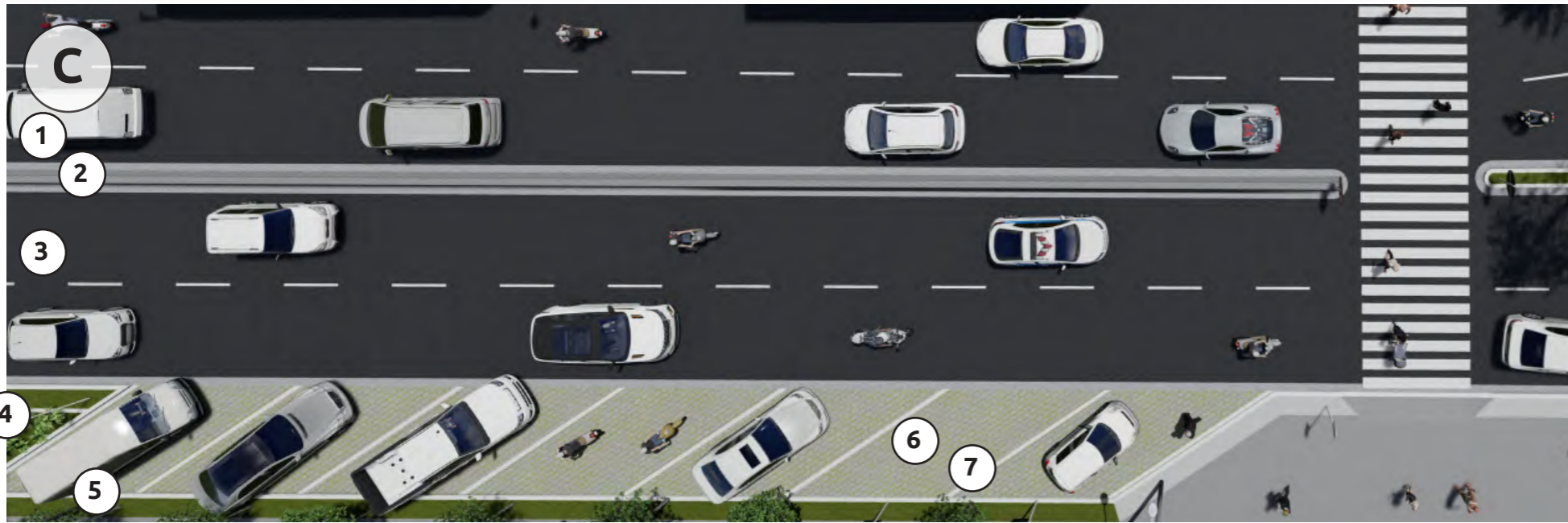


IMAGEM 78. VISTA SUPERIOR, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 79. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 80. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 81. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 82. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 83. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 84. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 85. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.

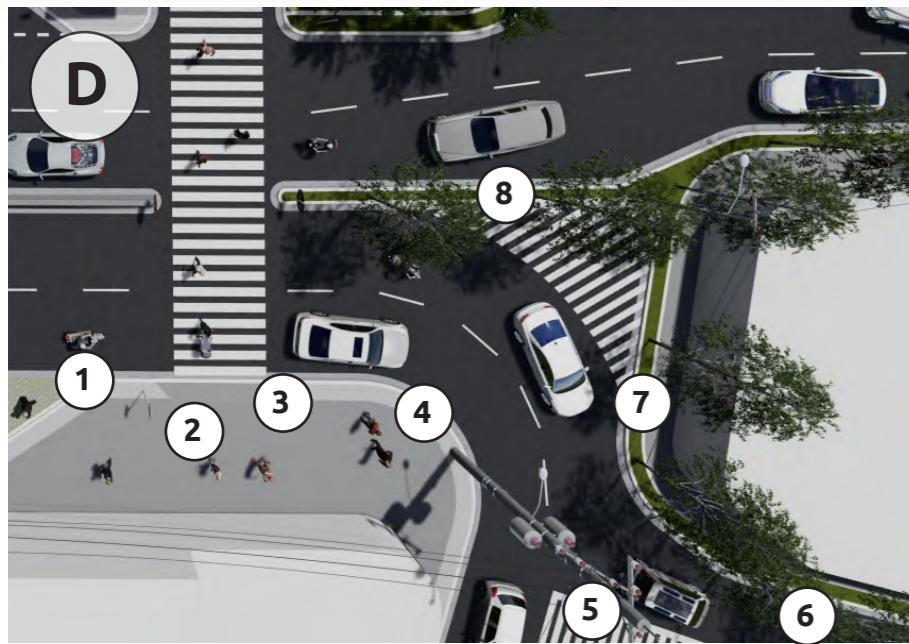


IMAGEM 86. VISTA SUPERIOR, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 87. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 88. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 89. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 90. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 91. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 92. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 93. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.



IMAGEM 94. VISTA EM PERSPECTAVA, DETALHAMENTO 2. FONTE: Autora, 2024.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS



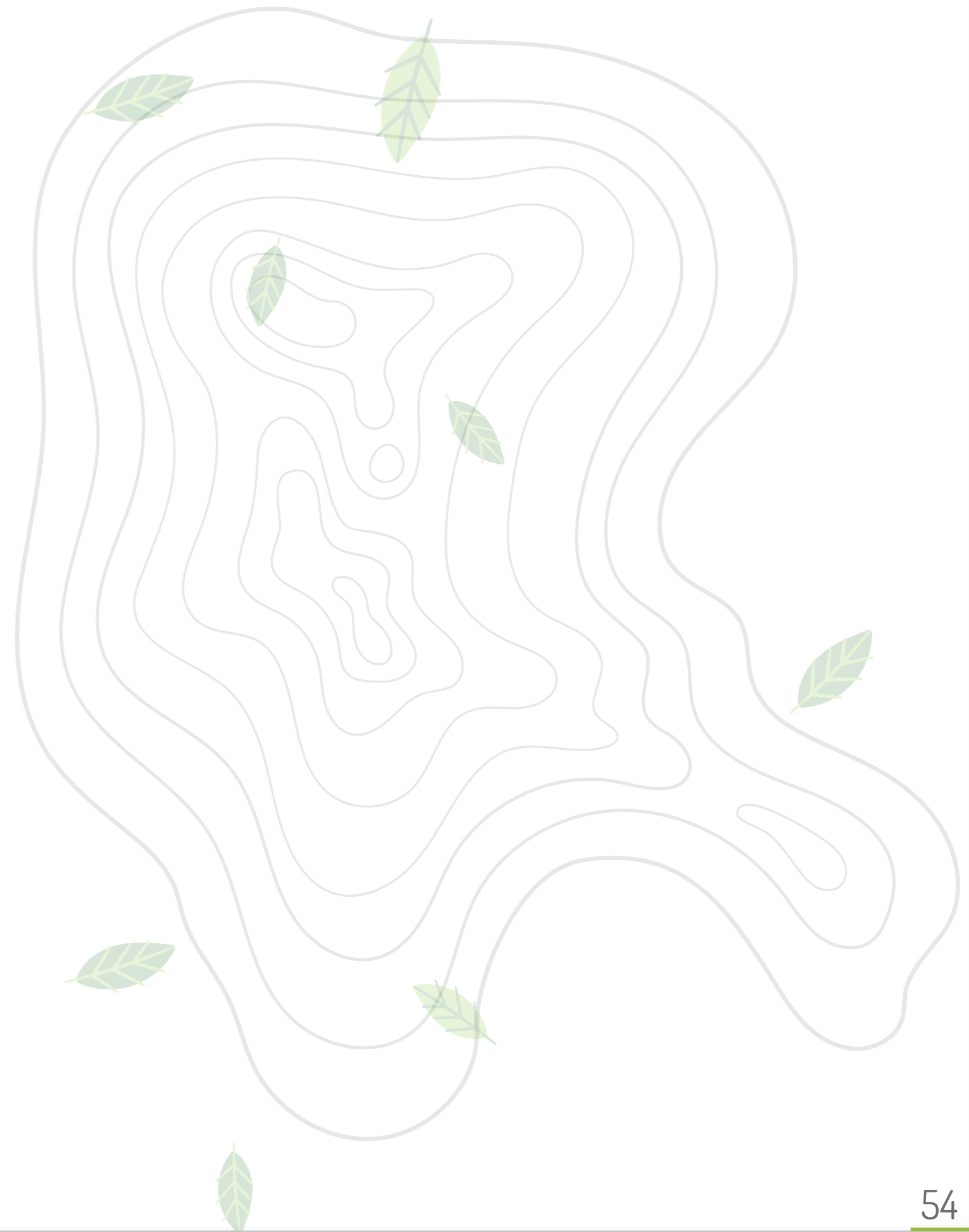
Os desafios associados à drenagem urbana e ao manejo do ciclo hidrológico nas cidades evidenciam a necessidade de um planejamento estratégico e sustentável para mitigar os impactos da urbanização desordenada. A impermeabilização do solo, o aumento do escoamento superficial e a insuficiência dos sistemas de drenagem agravam problemas como enchentes e inundações, resultando em prejuízos econômicos, sociais e ambientais significativos.

No contexto brasileiro, onde eventos climáticos extremos estão se tornando frequentes devido às características da região e à ocupação desordenada do solo, a adoção de soluções urbanas sustentáveis, como jardins de chuva, poços de infiltração, ecopavimentos, áreas verdes, e manutenção de sistemas de drenagem urbana tradicional mais eficientes nas áreas de micro e macrodrenagem, tornam-se essenciais. Essas medidas não apenas auxiliam na redução de danos causados por eventos hidrológicos, mas também contribuem para a sustentabilidade da malha urbana e a preservação dos recursos hídricos.

Desta forma, o projeto de Drenagem Urbana Sustentável da Avenida Dedimes Cechinel, que teve como objeto de estudo a cidade de Vilhena/RO, foi planejado para que a comunidade consiga usufruir da via em tempo integral independente das condições climáticas adversas, uma avenida que atenda todos os meios de mobilidade urbana existente, e consiga contribuir socialmente fomentando os aspectos culturais e de preservação ambiental, favorecendo ainda o desenvolvimento local no contexto do bairros adjacentes do qual está inserido, servindo como um modelo de sustentabilidade e valorização da infraestrutura urbana de drenagem.

Além disso, este Trabalho de Conclusão de Curso, contribuiu com a minha formação técnica como futura arquiteta e urbanista tendo em mente a macro visão da urbanização e os seus impactos ambientais quando não planejada, causando diversos fatores na população e no meio ambiente, dentre eles os alagamentos e inundações que em muitos casos paralisa grandes centros urbanos.

Por fim, é fundamental promover uma mudança na abordagem do manejo das águas pluviais, principalmente na concepção das legislações urbanas para as cidades, é importante a participação ativa da sociedade, integrando ações de planejamento e conscientização ambiental, e por meio desta integração será possível mitigar os impactos negativos e garantir um cenário de desenvolvimento urbano equilibrado e sustentável.





## 8 REFERÊNCIAS

ABCP. Associação Brasileira de Cimento Portland Programa Soluções para Cidades. Saneamento: Iniciativas Inspiradoras. In: BASTOS, Cristiane. **Controle de Inundações: Programa ruas verdes de Portland EUA**. Ilustração: Lígia Pinheiro. 1-16. ed. [S. l.], s/d. Disponível em: [https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/07/AF\\_Inic%20Insp04%20PORTLAND%20\\_revitalizacao%20de%20ruas\\_web.pdf](https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/07/AF_Inic%20Insp04%20PORTLAND%20_revitalizacao%20de%20ruas_web.pdf). Acesso em: 30 jun. 2024.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). Quarta edição, 03.02.2020. ICS ISBN 978-65-5659-371-5. ABNT NBR 9050: **Acessibilidade a edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos**, [S. l.], ano 2020, p. 1-147, 3 ago. 2020. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8133498/mod\\_resource/content/1/ABNT-NBR-9050-15-Acessibilidade-emenda-1\\_-03-08-2020.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8133498/mod_resource/content/1/ABNT-NBR-9050-15-Acessibilidade-emenda-1_-03-08-2020.pdf). Acesso em: 10 ago. 2024.

ALMEIDA, J. C. B. **Drenagem urbana**. 1. ed. São Paulo: Contentus, 2020. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 31 mar. 2024.

ARCHDAILY (Brasil). Site. **Parque Linear Ferroviário de Cuernavaca**: Architects. In: SPRINGALL, Gaeta et al. Parque Linear Ferroviário de Cuernavaca. México, Cidade do México, 2017. Disponível em: <https://www.archdaily.mx/mx/886566/parque-lineal-ferrocarril-de-cuernavaca-gaeta-springall-arquitectos>. Acesso em: 2 ago. 2024.

ARCHDAILY (Brasil). Site. **Parque Rachel de Queiroz: S/S, Architectus**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/985555/parque-rachel-de-queiroz-architectus-s-s>. Acesso em: 12 ago. 2024.

ARCHDAILY (Brasil). Wetlands. In: GHISLENI, Camilla. **O que são e como funcionam as "wetlands" artificiais?**. [S. l.], 24 fev. 2023. Disponível em: [https://www.archdaily.com.br/br/995858/o-que-sao-e-como-funcionam-as-wetlands-artificiais?ad\\_campaign=normal-tag](https://www.archdaily.com.br/br/995858/o-que-sao-e-como-funcionam-as-wetlands-artificiais?ad_campaign=normal-tag). Acesso em: 21 jul. 2024.

BOTELHO, Manoel Henrique C. **Águas de chuva: Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades**. Editora Blucher, 2017. E-book. ISBN 9788521212287. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521212287/>. Acesso em: 31 mar. 2024.

BRASIL, Agência. Geral. In: FERREIRA, Luiz Claudio. Brasil teve 1.161 **desastres naturais em 2023: Informação foi divulgada pelo Cemaden**. São Paulo, 23 jan. 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-01/brasil-teve-1161-desastres-naturais-em-2023>. Acesso em: 4 abr. 2024.

BRASIL, Pedro. **Vilhena conta sua história**. Vilhena: Gráfica Delta, 2000.

BRASIL. [Constituição (2001)]. **LEI No 10.257, DE 10 DE JULHO DE 2001.: Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências..** Brasília: [s. n.], 2001. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm#:~:text=LEI%20No%2010.257%2C%20DE%20JULHO%20DE%202001.&text=182%20e%20183%20da%20Constitui%C3%A7%C3%A3o,urbana%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs.&text=Art.,aplicado%20o%20previsto%20nesta%20Lei](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm#:~:text=LEI%20No%2010.257%2C%20DE%20JULHO%20DE%202001.&text=182%20e%20183%20da%20Constitui%C3%A7%C3%A3o,urbana%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs.&text=Art.,aplicado%20o%20previsto%20nesta%20Lei). Acesso em: 25 out. 2024.

BRASTON. **Pisos Personalizados**. Pisograma. In: Pisos Permeáveis. Campinas, São Paulo, 1 jan. 2024. Disponível em: <https://braston.com.br/produtos/pisograma/#modelo>. Acesso em: 30 maio 2024.

CEMADEN, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Boletim de Impactos de Extremos de Origem Hidro-Geo-Climático em Atividades Estratégicas para o Brasil – N°51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60 e N°61**. [S. l.], 20 jan. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/search?SearchableText=boletim%202023>. Acesso em: 3 abr. 2024.

CIDADE DE SÃO PAULO (São Paulo). Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes. Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias. In: **MANUAL de Desenho Urbano e Obras Viárias**. São Paulo: [s. n.], 2021. p. 1-350. Disponível em: <https://manualurbano.prefeitura.sp.gov.br/manual>. Acesso em: 12 ago. 2024.

CNN, BRASIL. Nacional, Brasil. In: OSORIO, Pedro. **Brasil registrou mais de mil desastres naturais em 2023, segundo o Cemaden**. São Paulo, 23 jan. 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil-registrou-mais-de-mil-desastres-naturais-em-2023-segundo-o-cemaden/>. Acesso em: 4 abr. 2024.

CONTE, Ikaro Rinco et al. **ESTUDOS DE CASO PARA REDUÇÃO DO ÍNDICE DE PROBLEMAS RELACIONADOS À ENCHENTES NO ESTADO DE SÃO PAULO**: ISSN 1678-0817 Qualis B2. Engenharias, [s. l.], ano 2022, v. 26, ed. 116, 24 nov. 2022. DOI 10.5281/zenodo.7357549. Disponível em: <https://revistaft.com.br/estudos-de-caso-para-reducao-do-indice-de-problemas-relacionados-a-enchentes-no-estado-de-sao-paulo/>. Acesso em: 20 maio 2024.

COPACABANA (Rio de Janeiro). Temporada. Cultura. In: **Aterro do Flamengo: Maior parque urbano do Rio**. [S. l.], 28 out. 2020. Disponível em: <https://rio.temporadacopacabana.com.br/aterro-do-flamengo/>. Acesso em: 30 jun. 2024.

CULTURAL (Itaú). Enciclopédia. Itaú Cultural de Arte e Cultura Brasileira. In: **Aterro do Flamengo**. ISBN - 978-85-7979-060-7. ed. São Paulo, 10 jun. 2024. Disponível em: <https://enciclopedia.itaucultural.org.br/obra68666/aterro-do-flamengo>. Acesso em: 20 jun. 2024.

DNIT (Brasil). Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes; PASSOS, Dr. Paulo Sérgio Oliveira; PAGOT, Dr. Luiz Antonio; SÁ, Engº: José Henrique Coelho Sadok de; CHEQUER, Engº: Chequer Jabour. **MANUAL DE PROJETO GEOMÉTRICO DE TRAVESSIAS URBANAS: Publicação IPR - 740**. 1. ed. Rio de Janeiro: [s. n.], 2010. 392 p. v. 1. ISBN CDD 625.70202. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/740\\_manual\\_projetos\\_geometricos\\_travessias\\_urbanas.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/740_manual_projetos_geometricos_travessias_urbanas.pdf). Acesso em: 10 ago. 2024.

ECO, Apoia. Biodiversidade, Clima, Política Ambiental. In: MENDES, Júlia. **Brasil bateu recorde de desastres naturais em 2023, diz Cemaden**. [S. l.], 24 jan. 2024. Disponível em: <https://oeco.org.br/noticias/galeria-brasil-bateu-recorde-de-desastres-naturais-em-2023-diz-cemaden/#:~:text=Dos%20mais%20de%201%2C1,geol%C3%B3gica%20como%20deslizamentos%20de%20terra.&text=Xanxer%C3%AA%20em%20SC%20teve%209,de%20desastres%20ambientais%20em%202023>. Acesso em: 4 abr. 2024.

ECOLOGIA. Igui. **Jardins de Chuva**. In: Como funcionam. [S. l.], 6 nov. 2024. Disponível em: <https://www.iguiecologia.com/jardins-de-chuva/>. Acesso em: 1 ago. 2024.

ECOTELHADO. Design Biofílico; FEIJÓ, Catarina Schmitz. **A UTILIZAÇÃO DE WETLANDS NO PAISAGISMO E DESENHO URBANO: PARQUE NA FRANÇA CONTRIBUI PARA A DESPOLUIÇÃO DO RIO SENA**. Ecotelhado, [S. l.], p. s/p, 3 ago. 2016. Disponível em: <https://ecotelhado.com/blog/a-utilizacao-de-wetlands-no-paisagismo-e-desenho-urbano-parque-na-franca-contribui-para-a-despoluicao-do-rio-sena/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

EDUCA (Brasil). IBGE. Conheça o Brasil - Território: Clima. In: **Conheça o Brasil - Território**. [S. l.], 26 out. 2024. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/20644-clima.html#:~:text=H%C3%A1%20tr%C3%AAs%20tipos%20de%20clima,e%20com%20chuvas%20menos%20regulares>. Acesso em: 1 abr. 2024.

EMATER. Prefeitura. **Cacimbas são construídas pelo SAAE no córrego do soldado**. Itaúna, 1 maio 2017. Disponível em: <https://www.saaeitauna.com.br/portal/noticias/0/3/746/cacimbas-sao-construidas-pelo-saae-no-corrego-do-soldado#:~:text=Cacimbas%20s%C3%A3o%20Bacias,e%20da%20eros%C3%A3o%20do%20solo>. Acesso em: 5 jun. 2024.

FLUXUS (Santa Catarina). Design Ecológico. **1º Simpósio Brasileiro sobre aplicação de Wetlands Construídos no tratamento de Águas Residuárias**. In: Wetlands. Santa Catarina, 12 jun. 2013. Disponível em: <https://fluxus.eco.br/2013/06/1o-simposio-brasileiro-sobre-aplicacao-de-wetlands-construidos-no-tratamento-de-aguas-residuarias/>. Acesso em: 15 jul. 2024.

FUSATI (São Paulo). Tecnologia em Sistema de Tratamento de Água e Efluentes para Indústrias e Cidades. Wetland: Wetland Construído para Tratamento de Esgoto. In: Wetland Construídos: Sistema de Tratamento de Água para Indústrias. [S. l.], 6 nov. 2024. Disponível em: <https://fusatiambiental.com.br/wetlands-construidos/>. Acesso em: 2 jul. 2024.

G1, GLOBO. Vale do Paraíba e Região. In: TAVARES, Lucas. **Brasil registrou média de três eventos climáticos por dia em 2023; número é recorde, diz Cemaden**. Vale do Paraíba e Região, 23 jan. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2024/01/23/brasil-registrou-media-de-tres-desastres-naturais-por-dia-em-2023-numero-e-record-e-diz-cemaden.ghtml>. Acesso em: 4 abr. 2024.

GESAD (Santa Catarina). Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado; WALZBURIECH, Larissa; SCHROEDER, Amanda Kempt; SEZERINO, Pablo Heleno. **APLICABILIDADE DA ECOTECNOLOGIA DOS WETLANDS CONSTRUÍDOS NO TRATAMENTO DE ESGOTO DE FORMA DESCENTRALIZADA NOS CAMPI DA UFSC: O que é a ecotecnologia dos Wetlands Construídos?**. Wetland, Santa Catarina, p. 1-5, 2019. Disponível em: <https://gesad.ufsc.br/files/2019/09/CARTILHA-Wetlands-Constru%C3%ADdos-GESAD-2020.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. In: Vilhena. [S. l.], 1 jan. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/vilhena/panorama>. Acesso em: 8 abr. 2024.

IERVOLINO, Luiz Fernando. Biblioteca. In: **Wetlands : (Jardins Filtrantes) para Tratamento de Esgotos**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/sistema-wetland/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

JORNAL DA BARRA (Rio de Janeiro). Jorn. Rio. In: **Inauguradas obras de urbanização da Avenida Engenheiro Souza Filho**. [S. l.], 1 jun. 2024. Disponível em: <https://www.jornaldabarra.com.br/noticias/65-rio-de-janeiro/8586-inauguradas-obras-de-urbanizacao-da-avenida-engenheiro-souza-filho>. Acesso em: 30 ago. 2024.

KOBAYASHI, Fabiana Y. et al. Drenagem Urbana Sustentável. **PHD 2537 – Água em Ambientes Urbanos**: ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E SANITÁRIA, São Paulo, p. 1-18, 2008.

LERNER, Jaime. Diretrizes de Macroestruturação Urbana para a Cidade de Vilhena, Projetos Estratégicos e Projetos de Ação Imediata: Relatório Final. Vilhena/Rondônia, 2020. Prefeitura Municipal de Vilhena.

MARCELO Diniz, **Rio das Pedras Comparativo**. Produção: Marcelo Diniz. Facebook: [s. n.], 2024. Disponível em: <https://www.facebook.com/reel/1055970575978981>. Acesso em: 14 ago. 2024.

MASCARÓ, Juan L.; YOSHINAGA, Mário. **Infra-Estrutura Urbana**. 1. ed. Porto Alegre: Masquatro, 2005. 207 p.

MIGUEZ, Marcelo. Drenagem Urbana - Do Projeto Tradicional à Sustentabilidade. Grupo GEN, 2015. E-book. ISBN 9788595155695. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595155695/>. Acesso em: 19 mar. 2024.

MIGUEZ, Marcelo. **Gestão de Riscos e Desastres Hidrológicos**. Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788595153240. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595153240/>. Acesso em: 03 abr. 2024.

MUNICÍPIO DE GOIÂNIA, Diário Oficial. **ANEXO VII - PLANO DIRETOR - LEI COMPLEMENTAR Nº 171 - DIÁRIO OFICIAL Nº 4.147 DE 26 DE JUNHO DE 2007**. In: PREFEITURA (Goiânia). ÍNDICES URBANÍSTICOS DOS EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS. Goiânia, 26 jun. 2007. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/Download/seplam/Colet%C3%A2nea%20Urban%C3%ADstica/1.%20Plano%20Diretor/Anexos/AnexoVII.pdf>. Acesso em: 30 out. 2024.

OLIVAL, Camilla do Amaral et al. **Sistemas de drenagem sustentáveis. PHA3337 - ÁGUA EM SISTEMAS URBANOS**, [s. l.], p. 1-16, 2017. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4148202/mod\\_resource/content/1/GRUPO%20F\\_RELATORIO\\_FINAL.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4148202/mod_resource/content/1/GRUPO%20F_RELATORIO_FINAL.pdf). Acesso em: 10 maio 2024.

PARLATORE, Antonio Carlos. **Saneamento na república federativa do Brasil: tomo I - estrabismo epistemológico, dislexia institucional e degeneração ética**. São Paulo: Labrador, 2023. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 30 mar. 2024.

PENN, Michael R.; PARKER, Philip J. **Introdução à Infraestrutura - Para Engenheiros Civil e Ambiental**. Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788521633624. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521633624/>. Acesso em: 30 mar. 2024.

PROJETO DIAMANTE BRASIL ÁREAS KIMBERLÍTICAS E DIAMANTÍFERAS DO ESTADO DE RONDÔNIA. Brasília, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Balloni/publication/273260722\\_Uma\\_Avaliacao\\_da\\_Gestao\\_em\\_Sistemas\\_e\\_Tecnologias\\_de\\_Informacao\\_nos\\_Hospitais\\_Brasileiros\\_AMAZONAS\\_-\\_REPORT\\_ISSN\\_2316-2309/links/54fd33910cf270426d115a49/Uma-Avaliacao-da-Gestao-em-Sistemas-e-Tecnologias-de-Informacao-nos-Hospitais-Brasileiros-AMAZONAS-REPORT-ISSN-2316-2309.pdf?origin=publication\\_detail&\\_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6Ii9kaXJlY3QlLCJwYXVlIjoicHVibGllYXRpb25Eb3dubG9hZCIsInByZXZpb3VzUGFnZSI6IjB1Ym91bn19&\\_\\_cf\\_chl=tk=MBW4qRyKjxLa12bdd4uYvQHD.IbTtYLPQhXrbw45yl-1734039092-1.0.1.1-H11KnTxaXGfOhALeGtVHIhu32HAp0s27qmdt7e72OJA](https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Balloni/publication/273260722_Uma_Avaliacao_da_Gestao_em_Sistemas_e_Tecnologias_de_Informacao_nos_Hospitais_Brasileiros_AMAZONAS_-_REPORT_ISSN_2316-2309/links/54fd33910cf270426d115a49/Uma-Avaliacao-da-Gestao-em-Sistemas-e-Tecnologias-de-Informacao-nos-Hospitais-Brasileiros-AMAZONAS-REPORT-ISSN-2316-2309.pdf?origin=publication_detail&_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6Ii9kaXJlY3QlLCJwYXVlIjoicHVibGllYXRpb25Eb3dubG9hZCIsInByZXZpb3VzUGFnZSI6IjB1Ym91bn19&__cf_chl=tk=MBW4qRyKjxLa12bdd4uYvQHD.IbTtYLPQhXrbw45yl-1734039092-1.0.1.1-H11KnTxaXGfOhALeGtVHIhu32HAp0s27qmdt7e72OJA). Acesso em: 12 dez. 2024.

PMV, PREFEITURA MUNICIPAL DE VILHENA. Vilhena, Rondônia. In: **SAAE, SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE VILHENA. PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE VILHENA (PLAMSABAV)**. Volume 1. ed. Vilhena, 2013. Disponível em: [https://saaevilhena.ro.gov.br/wp-content/uploads/2022/03/PLAMSABAV\\_compressed.pdf](https://saaevilhena.ro.gov.br/wp-content/uploads/2022/03/PLAMSABAV_compressed.pdf). Acesso em: 10 abr. 2024.

PORTO ALEGRE (Rio Grande do Sul). Prefeitura de. Drenagem Urbana: **Bacias de Amortecimento, Bacias de detenção**. In: Detenção: as bacias que ficam secas. [S. l.], 2023. Disponível em: [https://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p\\_secao=69](https://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p_secao=69). Acesso em: 12 jun. 2024.

PREFEITURA DE MUCURI. **Inova ao implantar Bacia de Retenção e Infiltração no sistema de macrodrenagem da Cidade**. Bahia, 2 fev. 2023. Disponível em: <https://mucuri.ba.gov.br/prefeitura-de-mucuri-inova-a-o-implantar-bacia-de-retencao-e-infiltracao-no-sistema-de-macrodrenagem-da-cidade/>. Acesso em: 2 jun. 2024.

PUC (Paraná). **Os 11 princípios do urbanismo sustentável**. In: OKLEINA, Por. O que é sustentabilidade: O conceito de urbanismo sustentável. [S. l.], 26 abr. 2023. Disponível em: <https://posdigital.pucpr.br/blog/urbanismo-sustentavel>. Acesso em: 8 abr. 2024.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 369 DE 2006. **Em atendimento à Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, altera pela MP 2.166/2001 nº RESOLUÇÃO CONAMA nº 369, de 29 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Áreas protegidas: Áreas de Preservação Permanente, RESOLUÇÕES DO CONAMA 1, ano 2006, p. 1-8, 29 mar. 2006**. Disponível em: [https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/20\\_12\\_2013\\_15.00.37.7bd8d431d55dcfcee40314c9c495266.pdf](https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/20_12_2013_15.00.37.7bd8d431d55dcfcee40314c9c495266.pdf). Acesso em: 14 maio 2024.

ROCHA, Aristides A. **Histórias do saneamento**. Editora Blucher, 2016. E-book. ISBN 9788521210139. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521210139/>. Acesso em: 01 abr. 2024.

RONDÔNIA (Extra de). Jornal. Redação. In: **VÍDEO: moradores e comerciantes reclamam de alagamento na rotatória da Melvin Jones com a Perimetral em Vilhena: Alguns minutos de chuva bastou para provocar alagamento**. Vilhena, 30 jan. 2024. Disponível em: <https://www.extraderrondonia.com.br/2024/01/30/video-moradores-e-comerciantes-reclamam-de-alagamento-na-rotatoria-da-melvin-jones-com-a-perimetral-em-vilhena/>. Acesso em: 8 abr. 2024.

RONDÔNIA EM PAUTA (Vilhena). Jornal. Vilhena. In: EM PAUTA, RO. **Vídeos mostram avenidas de Vilhena alagadas após chuva torrencial**. Vilhena, 30 jan. 2024. Disponível em: <https://rondoniaempauta.com.br/videos-mostram-avenidas-de-vilhena-alagadas-apos-chuva-torrencial/>. Acesso em: 8 abr. 2024.

SANTOS, Maria Helena Abdanur Mendes dos. **Gestão de obras públicas**. 1. ed. São Paulo: Contentus, 2020. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 30 mar. 2024.

SÃO PAULO (São). Cidade de. Subprefeitura: Sé. In: Conheça as ações do Programa Gentileza Urbana. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://capital.sp.gov.br/web/se/w/noticias/109553>. Acesso em: 12 jun. 2024.

SÃO PAULO. SOBREVIVA. Cultura. In: TAVARES, Mariana. **Conheça o Parque Ecológico do Tietê**. [S. l.], 12 set. 2015. Disponível em: [https://www.sobrevivaemsaopaulo.com.br/2015/09/conheca-o-parque-ecologico-do-tiete/#google\\_vignette](https://www.sobrevivaemsaopaulo.com.br/2015/09/conheca-o-parque-ecologico-do-tiete/#google_vignette). Acesso em: 17 jul. 2024.

SEPOG (Rondônia). GOV. Indicadores Municipais: Vilhena. In: **SEPOG, Observatório do Desenvolvimento Regional. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS** : Indicadores Municipais. Porto Velho, 1 jan. 2013. Disponível em: <https://observatorio.sepog.ro.gov.br/Uploads/IndicadoresMunicipais/2013/Vilhena.pdf>. Acesso em: 31 out. 2024.

SOUZA, Ferdinando de. **BACIAS DE DETENÇÃO ABERTAS: Sustentabilidade**. In: ÁGUA, VIDA & CIA – Fernando José de Sousa: ÁGUA E RECURSOS HÍDRICOS. [S. l.], 10 jun. 2016. Disponível em: <https://ferdinandodesousa.com/2016/10/18/bacias-de-detencao-abertas/>. Acesso em: 30 jun. 2024.

SP (São Paulo). Prefeitura. **Cidade de São Paulo: Verde e Meio Ambiente**. In: IKEDA, Roselia Mikie et al, (coord.). PARQUE LINEAR CANIVETE : ESTRATÉGIA DE REQUALIFICAÇÃO URBANA DO JARDIM DAMASCENO. São Paulo, 1 set. 2022. 1-22 pág. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio\\_ambiente/arquivos/Canivete\\_R02.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/Canivete_R02.pdf). Acesso em: 20 jul. 2024.

STEIN, Ronei T.; SANTOS, Franciane M dos; PELINSON, Natália de S.; et al. **Hidrologia e Drenagem**. Grupo A, 2022. E-book. ISBN 9786556902760. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556902760/>. Acesso em: 31 mar. 2024.

SUDERHSA (Paraná). Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **MANUAL DE DRENAGEM URBANA: PROGRAMA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA**. 1.0. ed. Curitiba, Paraná: [s. n.], 2002. 1-150 p. Disponível em: [https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-07/mdu\\_versao01.pdf](https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mdu_versao01.pdf). Acesso em: 12 jun. 2024.

USP (São Paulo). Universidade de; URBINATTI, Paulo Roberto. **Núcleo de Controle de Vetores e Zoonoses: Piscinões – uma solução para as enchentes e um novo hábitat para os mosquitos em São Paulo**. USP, São Paulo, p. 1-53, 1 ago. 2010. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2017/10/arqnot4141.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2024.

VILHENA. **LEI nº N° 4.287, de 29 de março de 2016. INSTITUI O PLANO DIRETOR DE TRANSPORTE E MOBILIDADE URBANA DO MUNICÍPIO DE VILHENA/RO E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. INSTITUI O PLANO DIRETOR DE TRANSPORTE E MOBILIDADE URBANA DO MUNICÍPIO DE VILHENA/RO E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.: PLADMUV - Plano Diretor de Transporte e Mobilidade Urbana, Vilhena/Rondônia, ano 2016**, v. 1, p. 1-111, 29 mar. 2016. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/ro/v/vilhena/lei-ordinaria/2016/429/4287/lei-ordinaria-n-4287-2016-institui-o-plano-diretor-de-transporte-e-mobilidade-urbana-do-municipio-de-vilhena-ro-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 12 ago. 2024.

WWF (Brasil). **Sustentabilidade**. In: Da Teoria à Prática. [S. l.], 2024. Disponível em: [https://www.wwf.org.br/participe/porque\\_participar/sustentabilidade/#:~:text=%C3%89%20o%20desenvolvimento%20que%20n%C3%A3o,econ%C3%B4mico%20e%20a%20conserva%C3%A7%C3%A3o%20ambiental](https://www.wwf.org.br/participe/porque_participar/sustentabilidade/#:~:text=%C3%89%20o%20desenvolvimento%20que%20n%C3%A3o,econ%C3%B4mico%20e%20a%20conserva%C3%A7%C3%A3o%20ambiental). Acesso em: 2 nov. 2024.