

BAIRRO PAULISTA: CIDADES SUSTENTÁVEIS

CADERNO DE TIPOLOGIAS URBANAS MODULARES




Desenvolvimento Urbano e Habitação

Secretaria de



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO SÃO TODOS



É com satisfação que apresentamos o Caderno de Tipologias Urbanas Modulares do Programa Bairro Paulista: Cidades Sustentáveis, ferramenta prática produzida pela Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano para orientar a conversão de nossos municípios em espaços mais sustentáveis, resilientes e integrados ao meio ambiente em um momento em que é preciso apresentar soluções urgentes e atualizadas frente às mudanças climáticas.

Nesta publicação, reunimos ideias e modelos avançados para desenvolver uma infraestrutura urbana de baixo impacto. Somos conduzidos por políticas públicas afirmativas que estão alinhadas aos Planos de Regularização Fundiária e com os Projetos de Habitação desenvolvidos pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU).


De infraestrutura verde à recuperação de ecossistemas urbanos, cada tipologia apresentada neste caderno foi pensada para ser adaptável às diversas realidades do nosso estado.

Este material representa um novo passo em direção ao incentivo e promoção do desenvolvimento urbano nas cidades paulistas, que passou por remodelação administrativa e agora avança para a criação de políticas públicas estruturantes, em parceria com os municípios, que vão direcionar esforços e recursos para transformar nossas cidades e metrópoles.

Nosso objetivo é apoiar gestores, planejadores e comunidades a adotarem soluções que unam desenvolvimento e preservação, construindo um futuro mais justo para todos, cumprindo assim as diretrizes da Agenda 2030 proposta pela ONU e do Estatuto das Cidades e das Metrópoles.

Tarcísio de Freitas

Governador do Estado de São Paulo



Lançar este caderno técnico é um ato simbólico que concretiza, em um documento, uma série de ações que passaram a ser realizadas e aperfeiçoadas na atual gestão a partir da criação de uma Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação. Desde janeiro de 2023, a pasta não apenas provê moradia à população carente, mas passou a adotar um olhar dedicado ao crescimento das regiões metropolitanas, onde está presente a maior parte do déficit e da inadequação habitacional.

Nesse sentido, o documento que orienta a adesão ao programa Bairro Paulista traz parâmetros objetivos para propor e nortear projetos de intervenção urbana alinhados aos mais modernos conceitos praticados em todo o mundo, como a construção de equipamentos sustentáveis a partir de Soluções Baseadas na Natureza (SbN); a atenção à segurança viária; o estímulo à mobilidade ativa, entre outras iniciativas.

São habituais os convênios entre o Estado e os municípios para reformar equipamentos públicos. Aqui atuamos com um novo horizonte: qualificar essas intervenções para que tragam benefícios diretos para a população que desfrutará dessa infraestrutura, de forma sustentável e em harmonia com soluções simples, de implementação rápida.

Uma requalificação de pavimento deve não apenas asfaltar a via, mas prever soluções que favoreçam a microdrenagem e evitem alagamentos. Praças e calçadas também devem contar com piso intertravado e áreas verdes para facilitar o escoamento de águas pluviais, além de observar os parâmetros de acessibilidade. Jardins de chuva e o aumento da arborização nas cidades fazem renascer a biodiversidade nos centros urbanos, o que estimula o desenvolvimento dos biomas locais com importante melhora na qualidade de vida dos moradores.

Ou seja, a política pública agora exige que intervenções urbanas sejam propulsoras da resiliência e adaptação dos municípios, como forma de combater os efeitos das mudanças climáticas e os consequentes eventos extremos que temos observado com cada vez mais frequência.

Todos esses benefícios estão contidos neste documento. Ele orienta os municípios a como apresentarem projetos de qualificação urbana dentro dos parâmetros exigidos pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação. E mais: ele é um caderno técnico que serve como indutor das boas práticas também pelas próprias equipes municipais.

Marcelo Cardinale Branco

Secretário de Desenvolvimento Urbano e Habitação

BAIRRO PAULISTA: CIDADES SUSTENTÁVEIS

FICHA TÉCNICA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Tarcísio de Freitas - Governador

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO-SDUH

Marcelo Cardinale Branco - Secretário

Subsecretaria de Desenvolvimento Urbano

José Police Neto - Subsecretário

Eduardo Trani - Assessor de Planejamento

Renan Dias da Mata - Assessor Executivo

Coodenadoria de Planejamento Habitacional

Denise Ribeiro Keunecke Câmara

Mayara Martins da Silva

Bruna Rodrigues Sombra

Leonardo Santos da Silva

Eliana Bandeira Virgolino

Airton Mendes da Hora

Jackeline Lima Rossi Quiñones

Consultoria Técnica

Ms. Mirtes Maria Luciani - Coordenação

Dr.^a Vera Santana Luz

Ana Caroline Santana dos Reis

Juliana Alves Lins

Lilian Hengleng

Milena Boni da Silva

Sâmia Leite Khouri

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO-CDHU

Reinaldo Iapequino - Presidente

Superintendência de Engenharia e Serviços Multissetoriais

Fernando Arevalillo Llata - Superintendente

Claudia Alves Dias Lacorte

Luiz Gustavo Della Nove

Maria Isabel de Salles Oliveira Bertoncello

Tiago Faria Rossini

Thiago La Blanca Ruiz

Luciana Cardozo Bueno

Nataly Fujisaki Kuramoto

Diretoria de Atendimento Habitacional

Ticiane Costa D'Aloia - Diretora

Adílson Araújo de Souza

Cláudia Fagundes

Maristela Valenciano Achilles

Diretoria de Engenharia e Obras

Silvio Vasconcelos - Diretor

Márcio Ribeiro Gaban

Diretoria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano

Maria Cláudia Pereira de Souza - Diretora

Mariana de Sylos Rudge

Diretoria de Programas e Projetos

Maria Teresa Diniz - Diretora

Denise Gomes César Ruprecht

Fernando Luiz Rolim Nery

Ligia Maura Basso Lamberti

Maisa da Cruz Calado

Mariângela Portela da Silva

Ulisses Dias Cambraia Sardão

Alziro Gabriel das Neves Filho

Douglas Oziel Kloss

Eduardo Alves Garrido dos Santos

Emily Caroline Brito da Silva

Daniel dos Santos Barbieri

Eli Marcio dos Santos

Elaine Lino da Mota

Giuliana Takahashi

Guilherme Henrique Moreira de Oliveira

Helen Garcia Fernandes

Ismael Andrade Pescarini

Lidiane Pereira Chiavegatti

Marco Antonio F. Garcia

Mariana dos Santos Eda

Vinícius dos Anjos Freire

Yoshio Takii



O que é o Caderno?

BAIRRO PAULISTA: CIDADES SUSTENTÁVEIS é um programa da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação – SDUH, pautado na Nova Agenda Urbana da ONU, que busca auxiliar o Estado de São Paulo a atingir as metas do Plano de Ação Climática 2050 – PAC2050 e as campanhas Race to Zero e Race to Resilience, aderidas desde 2021, pelo governo do Estado de São Paulo, em parceria com as Municipalidades e a Sociedade Civil.

O Programa **BAIRRO PAULISTA: CIDADES SUSTENTÁVEIS** entrega um CADERNO de Tipologias Urbanas Modulares, com o objetivo de contribuir de maneira efetiva na aplicação de Infraestruturas Verdes, Bioengenharia e Soluções baseadas na Natureza. É um Programa que constrói uma forma de transferência desses conhecimentos aos 645 municípios que, em muitas das situações, não contam com um quadro de colaboradores suficientes para acelerar o planejamento e inovações urbanísticas nas cidades paulistas.

Este CADERNO, organizado em EIXOS, foi estruturado a partir da leitura das seguintes questões urbanas: Manejo de Águas Pluviais, Pavimentação de Vias, Mobilidade, Manejo de Sistemas Hídricos, Áreas Verdes Multifuncionais, Equipamentos, Eficiência Energética e Sinalização.

A partir do EIXOS, foram listadas TIPOLOGIAS URBANAS MODULARES, para as quais foram desenvolvidas Fichas de Aplicação, contendo informações necessárias para a implantação, com referência de custo unitário para cada solução.

No Caderno, é possível facilmente selecionar aplicações com os tipos de soluções que o município necessita para enfrentar os novos desafios ambientais, através das TIPOLOGIAS elencadas nos EIXOS de leitura urbana.

Os projetos a serem beneficiados pela CDHU no Programa serão desenvolvidos pela equipe da SDUH com a coparticipação dos técnicos municipais e da comunidade local. Contará com a transferência dos recursos aos municípios, de acordo com as tabelas de valores e contrapartidas, estabelecidas em Decreto.

Várias tipologias do Programa **BAIRRO PAULISTA: CIDADES SUSTENTÁVEIS** podem e devem ser associadas buscando atingir as metas do desenvolvimento sustentável, respeitando as condicionantes locais (ODS – Agenda 2030).

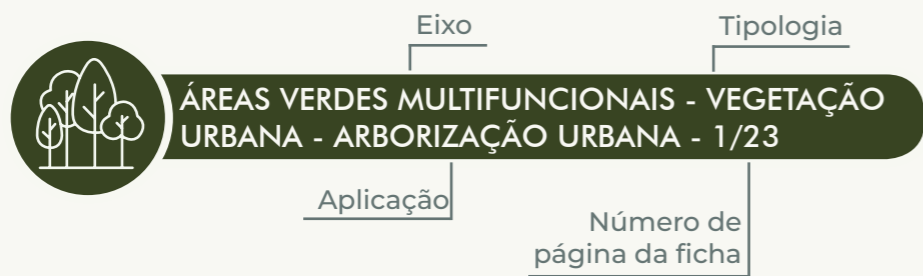


Atualmente (Out/2024), estão publicadas as 21 Fichas Técnicas em destaque. As demais estão em desenvolvimento.

Organização dos conteúdos

Este caderno organiza conteúdos técnicos de forma simples e clara para apoiar os municípios no redesenho de seus bairros. Adotou-se como referência publicações de relevância que integram Soluções baseadas na Natureza dentro do desenvolvimento urbano integrado. As informações estão dispostas em Fichas Técnicas, que por vezes são as próprias tipologias. O sistema é aberto, o que significa que novos Eixos, Tipologias e Fichas de Aplicação poderão ser acrescentadas ao longo do tempo. Alguns temas, por sua complexidade, adquiriram um formato diferenciado para que a aplicação ocorra com a qualidade necessária. A tipologia Drenagem é um exemplo. Foi elaborada a explicação de qual drenagem urbana consta deste caderno, as fichas de aplicação e um memorial de cálculo, que funcionam como um guia para os técnicos dimensionarem os sistemas propostos nesta tipologia.

O caderno foi pensado como uma união de fichas independentes, e pode assumir várias configurações a depender da escolha das tipologias. Por esse motivo, não foi seguida uma estrutura em capítulos e a numeração das páginas é feita internamente em cada tipologia, de modo a organizar os anexos das mais diferentes naturezas.



Visando organizar de maneira intuitiva todas as informações necessárias para aplicação das tipologias, as Fichas de Aplicação possuem os seguintes tópicos:

- Descrição;
- ODS's atendidas;
- Localização Estratégica;
- Fontes;
- Características Técnicas;
- Ganhos;
- Possíveis Desafios;
- Etapas de Implementação;
- Manutenção e Gestão;
- Metas das ODS's;
- Desenhos Técnicos;
- Planilha Orçamentária.

Principais Referências

OICS. **Catálogo Brasileiro de Soluções baseadas na Natureza**. Disponível em: <<https://catalogo-sbn-oics.cgee.org.br/>>.

AQUAFLORA MEIO AMBIENTE. GUAJAVA ARQUITETURA DA PAISAGEM E URBANISMO. KRALINGEN ECONOMIA AMBIENTAL. **Catálogo de Soluções Baseadas na Natureza para Espaços Livres**. 2 ed. 2024

UACDC - University of Arkansas Community Design Center. **Low Impact Development, a design manual for urban areas**. 2010.

NACTO. **Guia Global de Desenho de Ruas**. Setembro 2018

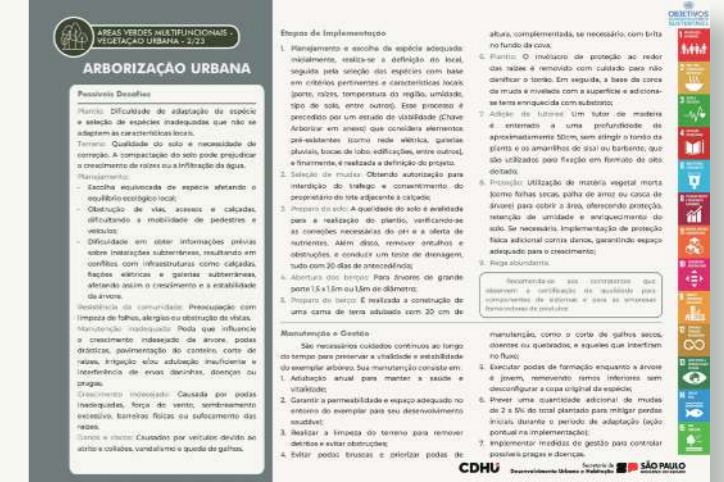
SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO. Prefeitura Municipal de São Paulo. **Guia de Boas Práticas para os Espaços Públicos da Cidade de São Paulo**. São Paulo: [s. n.], 2016.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias**. São Paulo: [s. n.], 2021. 350 p. Disponível em: manualurbano.prefeitura.sp.gov.br.

BAIRRO PAULISTA: CIDADES SUSTENTÁVEIS



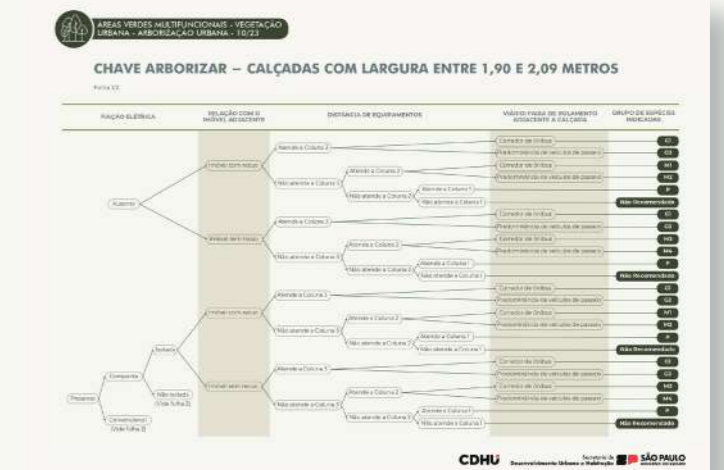
Primeira folha da Ficha de Aplicação



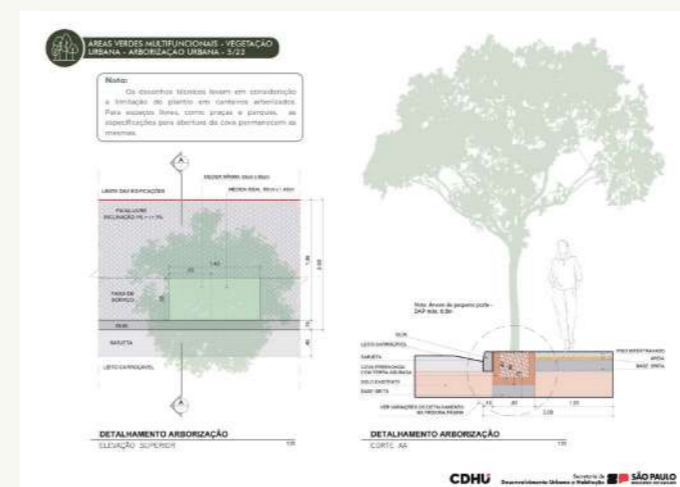
Segunda folha da Ficha de Aplicação



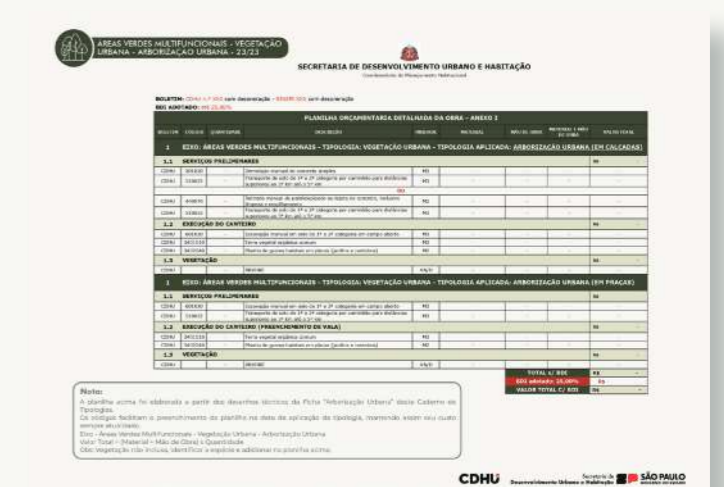
Ficha de Metas das ODS's atendidas



Exemplo de Anexo



Desenhos Técnicos



Modelo de Planilha Orçamentária

Metas e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

O que são os ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável?

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS, foram desenvolvidos pela Organização das Nações Unidas a fim de abordar questões sensíveis ao desenvolvimento humano no contexto das mudanças climáticas. Para a implementação dos ODS até 2030 é necessário um pacto global e a mobilização de recursos. A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável é um guia para a comunidade internacional, dentro dos limites do planeta.

Baseada nas premissas da ONU de paz, diálogo e cooperação internacional, e também nos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), a Agenda 2030 traduz uma visão ambiciosa e transformadora desenvolvida para orientar as decisões tomadas pelos Estados frente ao desejo de um desenvolvimento sustentável abrangente, eficaz e inclusivo, considerando suas três dimensões: econômica, social e ambiental.

Considerou-se, desta forma, o desafio da desigualdade social, a necessidade de promoção da inclusão social e a emergência das questões relacionadas à preservação ambiental, caracterizando, assim, 5 áreas como cruciais no documento: pessoas, planeta, prosperidade, paz e parcerias, guiando os ODS em uma abordagem integral, interdependente e completa para a promoção de uma prosperidade compartilhada.

A Agenda 2030, descrita acima, também pauta sobre o respeito à soberania dos Estados diante de suas riquezas, seus recursos naturais e suas atividades econômicas, reiterando o compromisso com o direito internacional e a responsabilidade compartilhada por todos em garantir os direitos humanos e liberdades fundamentais de forma indistinta. Sendo assim, os 17 Objetivos e as 169 Metas associadas são orientações para as decisões nacionais, das quais as dimensões regionais e sub-regionais configuram destaque para a tradução espacial efetiva e concreta desse compromisso político para o desenvolvimento sustentável.

O que são as metas dos ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável?

As Metas são quantificações específicas de algo que queremos alcançar, nos proporcionam um senso de direção e propósito, elas nos indicam os caminhos a serem trilhados e as medidas a serem adotadas para promover o seu alcance.

Na escala global, os ODS foram elaboradas e as metas associadas definidas para alcançar os objetivos são acompanhados e revisados a partir de um conjunto de indicadores desenvolvidos pelo Grupo Interagencial de Peritos sobre os Indicadores dos ODS (Inter-Agency Expert Group on SDG Indicators – IAEG-SDG). Indicadores esses que foram analisados e validados pela Comissão de Estatística das Nações Unidas. As metas e os indicadores globais são fundamentais para assegurar a coordenação, a comparabilidade e o monitoramento dos progressos dos países em relação ao alcance dos ODS, por parte da Organização das Nações Unidas (ONU). Tal acompanhamento permite a essa instituição identificar os países e as áreas temáticas que necessitam de maior assistência dos organismos internacionais e de maior cooperação para o desenvolvimento. Para fazer o monitoramento global, a ONU realiza, anualmente, o Encontro do Alto Fórum Político dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (High-Level Political Forum on Sustainable Development Goal – HLPF), onde os países apresentam seus relatórios voluntários de progresso, que possibilitam a realização da comparação no âmbito global.

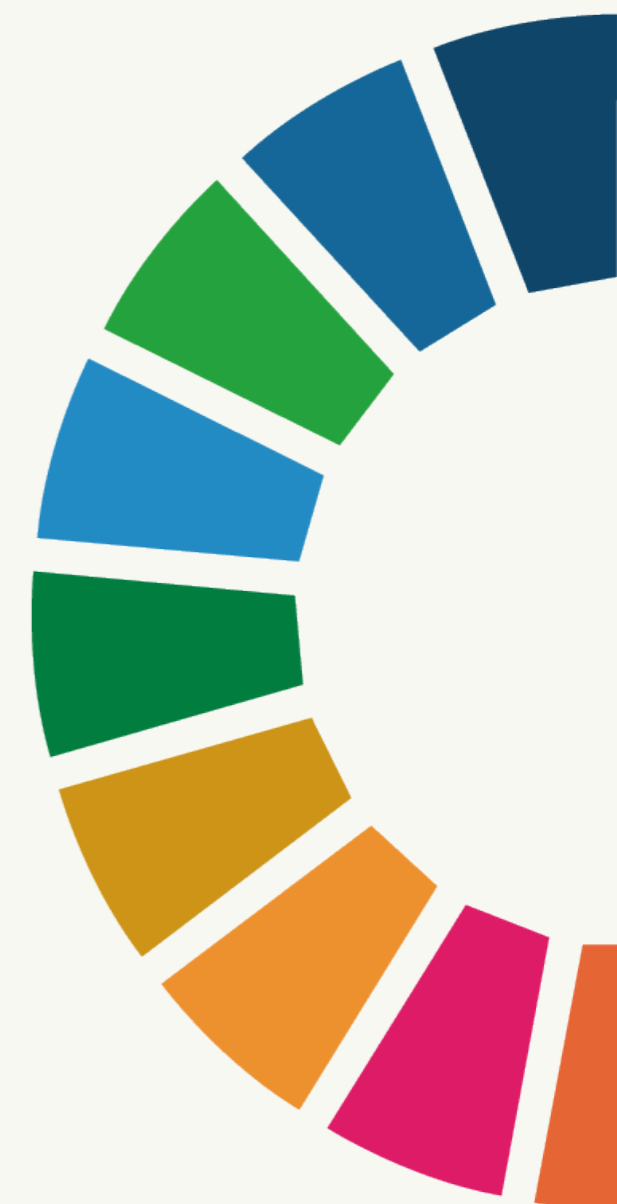
O Estado de São Paulo, engajado com a Agenda global, inova com o Programa Bairro Paulista Cidades Sustentáveis, no qual disponibiliza o presente **Caderno de Tipologias Modulares** que relaciona os Objetivos e Metas de Desenvolvimento Sustentável com as fichas técnicas. O Programa explicita o compromisso da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação em apoiar os municípios paulistas no planejamento de intervenções e na elaboração de relatórios, a fim de atingir os objetivos da redução de emissões de carbono, na busca de cidades mais resilientes e sustentáveis.

A união Estado e Município é necessária para assegurar coerência e integração à implementação da nova Agenda no desenvolvimento urbano do Estado de São Paulo.

A Comissão Estadual para os ODS produz relatórios de acompanhamento dos planos e ações aplicados, disponíveis em: <https://www.casacivil.sp.gov.br/ods/>.

Metas e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

- 1. Erradicação da pobreza**
Acabar com a pobreza em todas as suas formas e em todos os lugares
- 2. Fome zero e agricultura sustentável**
Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável
- 3. Saúde e bem estar**
Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.
- 4. Educação de qualidade**
Assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
- 5. Igualdade de gênero**
Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.
- 6. Água potável e saneamento**
Garantir disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.
- 7. Energia limpa e acessível**
Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos.
- 8. Trabalho decente e crescimento econômico**
Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.
- 9. Indústria, inovação e infraestrutura**
Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.



Metas e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



10. Redução das desigualdades

Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles.



11. Cidades e comunidades sustentáveis

Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.



12. Consumo e produção responsáveis

Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.



Ação contra a mudança global do clima

Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.



Vida na água

Conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.



Vida terrestre

Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.



16. Paz, Justiça e Instituições eficazes

Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.



17. Parcerias e meios de implementação

Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável



Soluções baseadas na Natureza - SbN

O que são Soluções baseadas na Natureza?

Soluções baseadas na Natureza (SbN) é um termo recente e possui diferentes definições propostas. Essas definições convergem em relação aos benefícios proporcionados ao ecossistema e aos seres humanos. As duas principais são da Comissão Europeia e da União Internacional para Conservação da Natureza (International Union for Conservation of Nature - IUCN).

Segundo a Comissão Europeia, SbN's são soluções que são inspiradas e apoiadas pela natureza, que

são custo-eficazes, proporcionam simultaneamente benefícios ambientais, sociais e econômicos e ajudam a construir resiliência; tais soluções trazem cada vez mais elementos e processos naturais e natureza para as cidades, paisagens terrestres e marítimas, através de intervenções localmente adaptadas, eficientes em termos de recursos e sistêmicas. (EC, s. d.)

A União Internacional para Conservação da Natureza prioriza a escala da paisagem em sua conceituação. Ela define SbN's como:

“Ações para proteger, gerir de modo sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados que abordem desafios sociais de forma eficaz e adaptativa proporcionando, simultaneamente, bem-estar humano e benefícios à biodiversidade.”

(IUCN, 2016, p. 1)

Como implementar Soluções baseadas na Natureza nas cidades?

Associando tipologias que favoreçam a mobilidade ativa, melhorando a permeabilidade dos traçados viários e impulsionando a biodiversidade local, que somados, impactem positivamente na adaptação e resiliência climática do município.

LUCIANI, Mirtes Maria; LUZ, Vera Santana. Soluções baseadas na Natureza. In: TRANI, Eduardo; LUCIANI, Mirtes Maria (Orgs.). Instrumentos de planejamento, licenciamento e gestão ambiental: caderno de apoio para profissionais. São Paulo: CETESB, 2022, p. 199-216. Disponível em: <<https://semil.sp.gov.br/publicacoes-semil/instrumentos-de-planejamento-licenciamento-e-gestao-ambiental-no-estado-de-sao-paulo/>>.



**CONJUNTO HABITACIONAL CDHU
CASA BRANCA**



**MANEJO DE
ÁGUAS PLUVIAIS**

Bloco Intertravado
Canteiro de Chuva



MOBILIDADE

Ciclofaixa
Faixa Elevada



**ÁREAS VERDES
MULTIFUNCAIONAIS**

Arborização
Urbana



**BAIRRO DAS PALMEIRAS
JUQUITIBA**



**MANEJO DE
ÁGUAS PLUVIAIS**

Bloco Intertravado
Canteiro de Chuva



**ÁREAS VERDES
MULTIFUNCAIONAIS**

Arborização
Urbana



EQUIPAMENTOS

Bancos*
Pergolado*



**ÁREA DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA
PORTO FERREIRA**



MOBILIDADE

Acessibilidade
Calçada



**ÁREAS VERDES
MULTIFUNCAIONAIS**

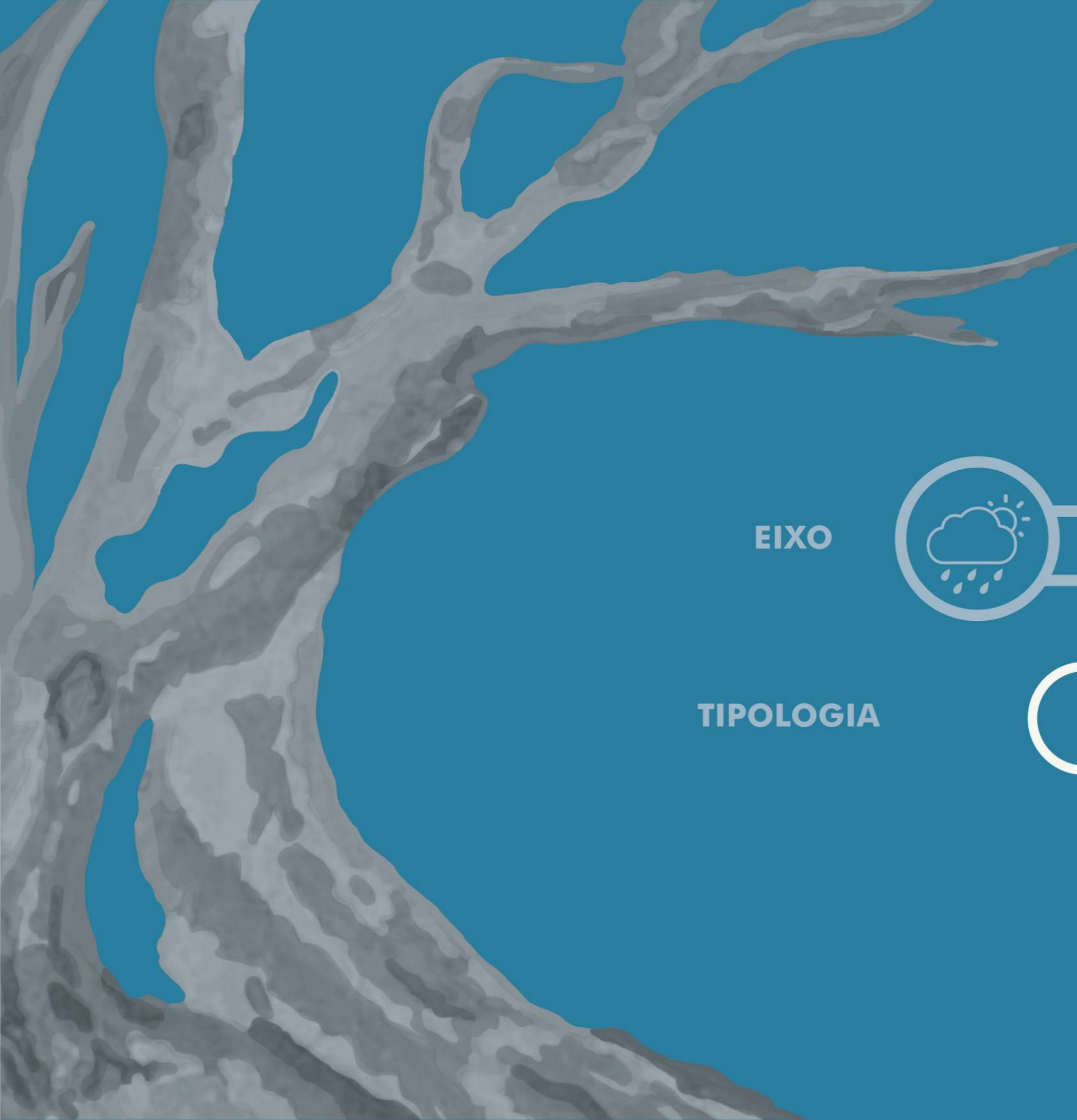
Arborização
Urbana



**MANEJO DE
ÁGUAS PLUVIAIS**

Bloco Intertravado

* Fichas em desenvolvimento



EIXO



MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

TIPOLOGIA

DRENAGEM



DRENAGEM

1. DEFINIÇÃO

2. TIPOLOGIAS

2.1. FICHAS DE APLICAÇÃO

2.2. METAS DA ODS

2.3. DESENHOS TÉCNICOS

2.4. ORÇAMENTO

3. MEMORIAL DE CÁLCULO

4. REFERÊNCIAS

4.1. CONCEITUAIS

4.2. BIBLIOGRÁFICAS

Recomendações Iniciais

1. Recomenda-se, para o projeto, planejamento e instalação das aplicações, a observação e adequação aos Planos de Drenagem Municipal, se existentes, a consulta, projetos executivos, avaliação e acompanhamento de especialistas em hidrologia, hidráulica, drenagem, solos, engenharia civil, agronomia, botânica, arquitetura e urbanismo e paisagismo, bem como outras especialidades que possam se fazer necessárias para as corretas definições técnicas caso a caso.

2. Recomenda-se a participação das comunidades envolvidas, uma vez que isto configura laços para garantia de melhores escolhas, bem como desfrute e aderência no cuidado e manutenção dos dispositivos implantados, como bens públicos.

3. Recomenda-se que o Memorial de Cálculo anexo seja estudado atentamente de modo articulado às Fichas de Aplicação.

1. DEFINIÇÃO

Atualmente as cidades vêm enfrentando problemas com alagamentos, inundações e enchentes, pela alta porcentagem de impermeabilização de seus territórios, agravados pela ocorrência de **eventos climáticos extremos**.

Tais consequências têm origem no expressivo processo de ocupação do solo que priorizou a retificação, canalização e tamponamento do sistema hídrico, bem como a intensa impermeabilização do solo, o que acarretou na aceleração do escoamento e sobrecarga do sistema de drenagem das bacias hidrográficas. Uma vez insuficientes e sobrecarregados diante do grande volume de águas pluviais, as cidades se deparam com problemas decorrentes, que influenciam na fluidez das dinâmicas urbanas.

É visando mitigar esses problemas, a partir

O que é Drenagem Sustentável

De forma geral, preconiza a abordagem e solução dos problemas relacionados a micro e macrodrenagem na origem. Visa, através de um conjunto de técnicas de manejo em rede, amortecer picos de vazão, reduzindo vazões e a velocidade dos fluxos, aumentando a infiltração através da retenção, a condução e distribuição adequada das águas pluviais in situ, de forma a promover a adequação dos montantes às capacidades do sistema de drenagem convencional e, também, visando melhorar a qualidade das águas e da saúde através da redução de poluentes.

Ou seja, constituem formas de abordagem regenerativa, cujo planejamento no tocante às bacias hidrográficas deve estar baseado em aprimorar a biodiversidade da paisagem; maximizar a infiltração da água, promover o escoamento estratégico e

da tentativa de articulação entre a **microdrenagem** (responsável pela captação, direcionamento e condução imediata das águas pluviais através de elementos viários locais) e a **macrodrenagem** (relacionada aos leitos de cursos d'água de primeira ordem e a cheias e enchentes fluviais) que são propostas medidas não convencionais dentro da chamada Drenagem Sustentável ou Ecológica.

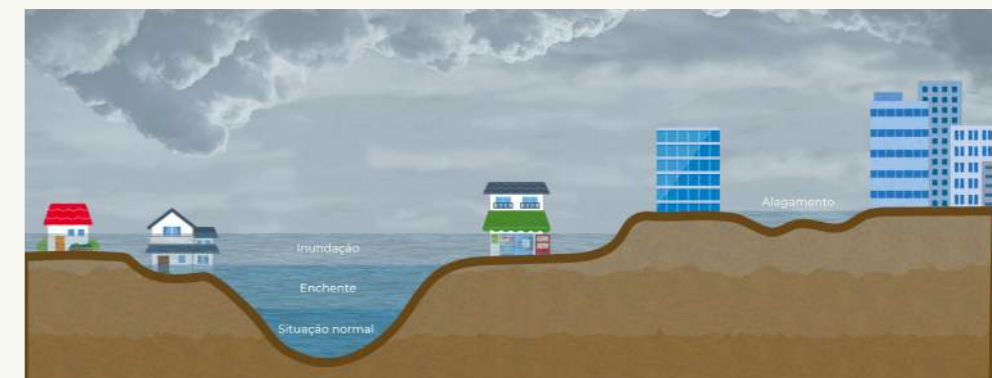


Imagem: Adaptado a partir de Guimarães, Maykell, S. I., In: Ruggeri Júnior; Souza, S. I., p. 126.

estabelecer equilíbrios socioterritoriais, com benefícios mútuos humanos e ecossistêmicos.

De acordo com o manual que sistematiza o denominado Desenvolvimento de Baixo Impacto (UACDC, 2010) do Centro de Design Comunitário da Universidade de Arkansas, as aplicações voltadas à drenagem tem por base processos de fitodegradação ou decomposição bioquímica; a fitoestabilização ou armazenamento radicular (pelo sequestro de contaminantes por absorção ou acumulação na zona de raízes); a fitoextração ou absorção (em que a plantas transformam em biomassa os poluentes do solo e da água); a fitoestabilização (pela transformação de contaminantes e absorção de nutrientes, e liberação de gases para a atmosfera por evapotranspiração).



O presente Caderno busca apresentar soluções que podem ser empreendidas por gestores, de forma a qualificar os espaços públicos, para gerir de forma mais eficiente as águas pluviais, sendo elas:

- Jardim de Chuva
- Biovaleta
- Canteiro de Chuva
- Bacia de Infiltração

São discriminados dois tipos de armazenamento: bacias de retenção e bacias de infiltração, de forma geral.

As bacias de retenção proveem o armazenamento do escoamento de águas pluviais, sem que o volume proveniente de um evento de cheia seja descarregado no sistema de drenagem, sendo uma forma de armazenamento permanente de água. Em contrapartida, as bacias de infiltração ou detenção têm como característica o armazenamento provisório, de curto prazo, onde o volume de água descarregado é igual ao afluente, por meio de expedientes controlados de infiltração e descarga.

Todos os sistemas aqui propostos são calculados para que seu esvaziamento ocorra em até 48 horas, a fim de evitar a proliferação de vetores.

A Drenagem Sustentável é conhecida por diferentes denominações, conforme o país e as especificidades propostas: Melhores Práticas de Manejo (Best Management Practices - BMP), Desenvolvimento ou Urbanismo de Baixo Impacto (Low Impact Development - LID), EUA, Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável (Sustainable Urban Drainage Systems – SuDS), Reino Unido, Drenagem Urbana Sensível à Água (Water Sensitive Urban Drainage – WSUD), Austrália.

Definições Gerais

A partir da introdução do presente documento e das diversas definições apresentadas, podemos estabelecer, desde já, alguns pressupostos para as quatro aplicações tipológicas relativas à Drenagem Sustentável: Jardim de Chuva; Biovaleta; Canteiro de Chuva; Bacia de infiltração, a saber:

I. Estes elementos, de absorção das águas, filtragem e decomposição da poluição difusa, trazem vantagens hidrológicas — retardando o escoamento das águas pluviais, conduzindo-o ao lençol freático ou a sistemas de drenagem —, e benefícios ecológicos, com efeitos favoráveis para os ecossistemas, pela promoção de habitat adequado a polinizadores, entre outros, bem como ao bem-estar humano, pela qualificação da paisagem, redução da temperatura, ampliação da umidade do ar e captura de gás carbônico, podendo, também, possibilitar reduzir de velocidade de veículos, mediante seu desenho;

II. Jardins de chuva, biovaletas, canteiros de chuva e bacias de infiltração são elementos de uma mesma matriz conceitual e técnica, que apresentam semelhanças funcionais, variando em sua morfologia, local, forma de instalação, escala e algumas especificidades;

III. Estas subdivisões das aplicações da tipologia “Drenagem” podem ser instaladas em unidades autônomas, bem como em série ou redes, de modo a potencializar seus benefícios, auxiliando os sistemas de drenagem tradicionais, para evitar alagamentos e minimizar a condução de poluentes para os sistemas hídricos.

Complementarmente, observa-se que, em diversos países, tem-se predicado, como norma, que é desejável que as águas pluviais recebidas por lotes

particulares não sejam conduzidas aos espaços públicos, devendo ser absorvidas por sistemas de jardins de chuva e equivalentes ou outros equipamentos de reuso, como cisternas.

Como metodologia de síntese, apresentaremos nas Fichas de Aplicação a seguir algumas definições a partir de um entendimento comparativo, no sentido de estabelecer as especificidades para as definições próprias adotadas para cada uma das “Aplicações” da tipologia “Drenagem”, do eixo “Manejo de Águas Pluviais”, a saber: “Jardim de Chuva”; “Biovaleta”; “Canteiro de Chuva”; e “Bacia de Infiltração”.

Ganhos gerais

- Captação in situ, infiltração local e, assim, redução das vazões e, portanto, redução dos riscos de erosão;
- Redução de problemas de alagamentos localizados e proteção do público;
- Condições de eventual reúso de água e recarga de aquíferos, bem como redução de poluentes;
- Melhor qualidade das águas, conservação e proteção dos recursos naturais para as gerações futuras;
- Redução de demanda de suprimentos água potável e diversificação de fontes de suprimentos de água;
- Benefícios econômicos e redução de custos decorrentes do sistema de drenagem convencional;
- Incremento do habitat urbano e promoção de espaços de qualidade com amenidades ambientais, para recreação e bem-estar humano.



EIXO



MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

TIPOLOGIA

DRENAGEM

APLICAÇÃO

BACIA DE INFILTRAÇÃO



BACIA DE INFILTRAÇÃO

Bacias de Infiltração são áreas escavadas no solo ou depressões com vegetação rasteira preferencialmente nativa, podendo comportar alguns arbustos e mesmo árvores, tendo fundo plano não compactado, aptas à captação mais expressiva de volumes de águas pluviais, seu represamento e detenção temporária, reduzindo os picos de escoamento, podendo auxiliar, em certa medida, na remoção de poluentes, sendo aptas à gradual e total infiltração sem retenção ou acúmulo permanente de águas, permanecendo secas após a infiltração.

As **dimensões** para instalação da Bacia de Infiltração devem ser calculadas por um profissional adequado de acordo com o **Memorial de Cálculo** presente nesse caderno.

Localização Estratégica

São aplicáveis em locais com requisitos de solo adequados à infiltração em ritmo compatível, cujo esvaziamento deve se dar em até 48 horas, no máximo 72 horas, para evitar a proliferação de insetos e vetores, desde que não apresentem impedimentos tais como os relacionados a contaminação, recalque, solapamento do solo, proximidade de grandes estruturas, poços, entre outros.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos



Imagem: Lillian Hengleng

Características Técnicas

É recomendável que haja uma bacia prévia, ou dianteira, com volume proporcional a 10 a 15% da bacia principal, para a melhor retenção de sedimentos, lixo e resíduos, sempre que o espaço assim o permitir, a partir da qual é liberado o escoamento para a bacia principal, mediante dispositivos.

O escoamento captado pode provir de sistemas de drenagem existentes, tubulações de condução e diretamente de pisos, por exemplo, sendo liberado por meio de estruturas específicas, que evitem a erosão e reduzam a velocidade das águas, cujos cálculos devem ser realizados caso a caso, para o devido controle de fluxo, e necessária resistência aos impactos, em função das condicionantes locais.

De modo semelhante, estruturas de saída, extravasão e esvaziamento para manutenção devem ser projetadas para volumes correspondentes, devidamente calculadas e resistentes a impactos, entupimento, corrosão ou erosão.

Devem ser instaladas sem a presença de infraestruturas no subsolo imediatamente inferior e bastante afastadas de fundações e edificações, bem como guardar altura livre de, no mínimo, 1,20m em relação ao nível do lençol freático existente.

Determinadas referências recomendam sua profundidade com até 3,30m; no nosso caso estabelecemos 1,60m para evitar afogamentos.

A relação comprimento x largura é recomendada de 2:1; a largura mínima de 3,30m; a relação de declividade das bordas laterais no máximo de 3:1 (horizontal: vertical).

Deve ser devidamente sinalizada e eventualmente protegida, para evitar acidentes.

Alguns autores aconselham sua utilização para recepção de escoamento de área de até 10 hectares.

A aplicação deve ser alvo de projeto paisagístico, contemplando seu espaço envoltório, para uso recreativo e fornecimento de habitat para a vida selvagem, portanto sendo estratégica a participação popular para sua implementação.

Bacias de infiltração podem estar associadas a demais aplicações de drenagem sustentável. Devido à sua escala, estruturação e componentes, necessitam de procedimentos de inspeção regular, manutenção e monitoramento. Dada sua relativa complexidade, é necessário que os diagnósticos, o projeto executivo e execução das obras sejam realizados com a participação e responsabilidade técnica de profissionais, especialmente no campo geotécnico, estrutural, hidráulico e paisagístico.

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA



2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



3 SAÚDE E BEM-ESTAR



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



14 VIDA NA ÁGUA



15 VIDA TERRESTRE



17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO





BACIA DE INFILTRAÇÃO

Possíveis Desafios

Promoção de adesão comunitária para a devida compreensão dos sistemas e sua proteção, para o que se sugere ampla participação social.

Realização de capacitação técnica de equipes municipais e contar com a colaboração especializada caso a caso, para diagnósticos, projeto executivo, execução de obras e acompanhamento pós-obra.

Utilização de elementos de publicização e sinalização dos sistemas mantendo-os permanentemente em bom estado e boa condição de legibilidade.

Atenção estrita às questões referentes ao Manual técnico como um todo, incluindo as Fichas de Aplicação e realizar os devidos testes e cálculos respectivos a cada aplicação, tendo em conta as condicionantes locais, oportunidades de implantação e limites, contando com a avaliação técnica profissional multidisciplinar.

O cálculo da área alagável, das dimensões gerais das alturas da camada plantante de vegetação rasteira e das eventuais camadas de reservação, de areia e de pedra lavadas, devem obedecer às condicionantes pluviométricas e geológicas de cada instalação, realizado mediante cálculos profissionais.

Seleção de localização adequada para cada aplicação, considerando suas especificidades e adequação ao contexto.

Manutenção de plena acessibilidade e segurança públicas.

Considerar, no caso específico da aplicação Bacia de Infiltração, as condicionantes relativas a maior escala desta aplicação.

Etapas de Implementação

1 – Definição do local de implantação

Devem ser observadas as normas e regulações urbanísticas locais e realizadas solicitações de autorização quando necessárias.

2 – Diagnósticos, cálculos e projetos

Realização de diagnósticos gerais, tais como geológicos, pluviométricos e de escoamento, das condições locais, realização de cálculos técnicos profissionais para projeto executivo completo.

3 - Preparo do local

Limpeza, escavação, remoção e transporte do solo excedente. Realizar escarificação do solo abaixo da camada inferior de pedra para intensificar capacidade de infiltração.

4 – Instalações

Realização de instalações de entrada de fluxo mediante rip-rap ou sistema adequado, extravasor e sistema de esvaziamento.

5 – Preenchimento de camadas

Preenchimento de camada inferior de pedras lavadas, seixos ou similares, e da camada intermediária de área lavada e de camada superior de solo, areia e composto orgânico.

Manutenção e Gestão

Verificação e o acompanhamento das condições gerais e da efetividade do sistema de captação, detenção, transbordamento e destinação da água;

Acompanhamento do desempenho do equipamento, em especial com respeito à drenagem, que deve se dar no período entre 24 a 72 horas, de modo a evitar a proliferação de vetores e doenças.

Verificação periódica e manutenção da estrutura de entrada de fluxo e extravasão ou transbordamento. Em caso de entupimento, realizar a verificação e manutenção da tubulação drenante inferior, se

6 – Vegetação

Plantio de espécimes escolhidos de vegetação rasteira, preferencialmente plantas nativas e resistentes a períodos de seca e da presença de água inundante.

7 – Instalações complementares

Instalação de elementos de sinalização e proteção.

Ganhos

- São recursos paisagísticos de drenagem sustentável, que oferecem habitat à biota, como a pássaros e insetos polinizadores;
- Condução de fluxos excedentes ao sistema de drenagem existente;
- Remoção de poluentes difusos por processos bio-químico-físicos, através da atuação de microrganismos e plantas;
- São adequadas à recarga de águas subterrâneas, e também eventual condução de fluxos excedentes para córregos ou sistema de drenagem existente, retardando picos de vazão;
- Auxiliam na prevenção de alagamentos, inundações localizadas e redução de erosões a jusante.

houver, para garantir que a drenagem das águas excedentes ocorra entre 24 a até 72 horas;

Verificação de eventual colmatagem do sistema;

A manutenção e gestão devem ser de responsabilidade do poder público, no entanto pode haver pactos de compartilhamento por iniciativa das comunidades envolvidas, o que, em geral, possibilita maior efetividade para o sucesso da iniciativa.

Manutenção sazonal das plantas selecionadas para biorretenção e filtragem, bem como limpeza superficial do equipamento;





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Bacia de Infiltração

1. Erradicação da pobreza



1.4 Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo microfinanças

1.5 Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais, reciclagem e as tecnologias de reuso

2. Fome zero e agricultura sustentável



2.4 Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo

3. Saúde e bem estar



3.2 Até 2030, acabar com as mortes evitáveis de recém-nascidos e crianças menores de 5 anos, com todos os países objetivando reduzir a mortalidade neonatal para pelo menos 12 por 1.000 nascidos vivos e a mortalidade de crianças menores de 5 anos para pelo menos 25 por 1.000 nascidos vivos

3.3 Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis

3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo

6. Água potável e saneamento



6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Bacia de Infiltração

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

12. Consumo e produção responsáveis



12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água



14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

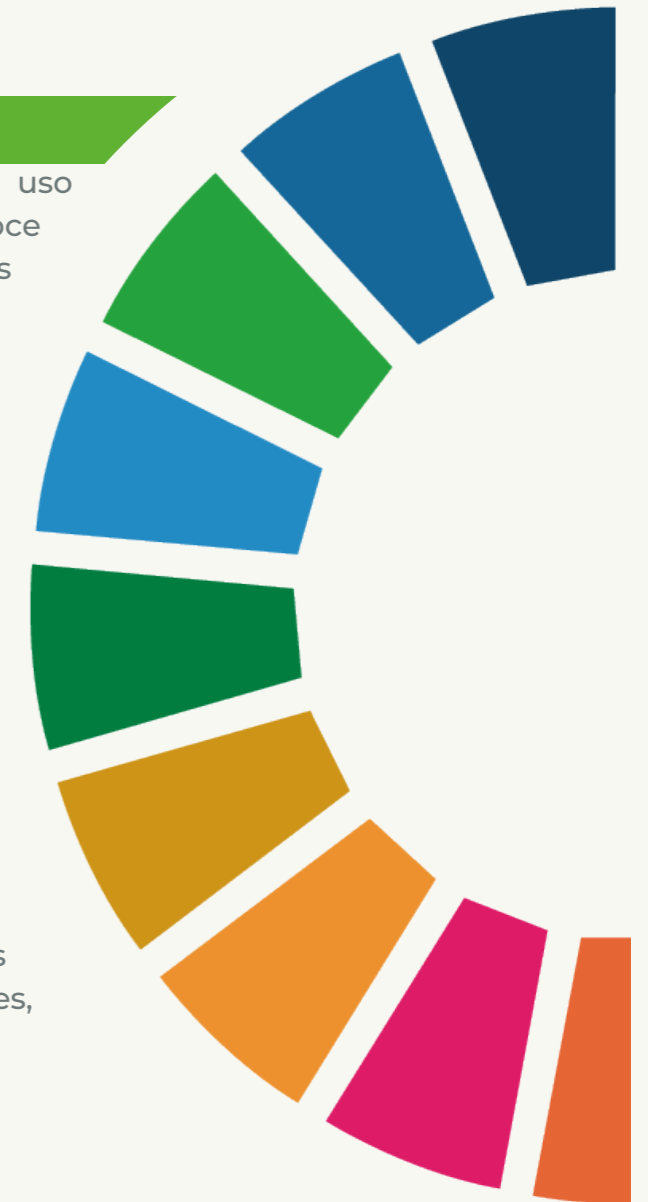
15. Vida terrestre

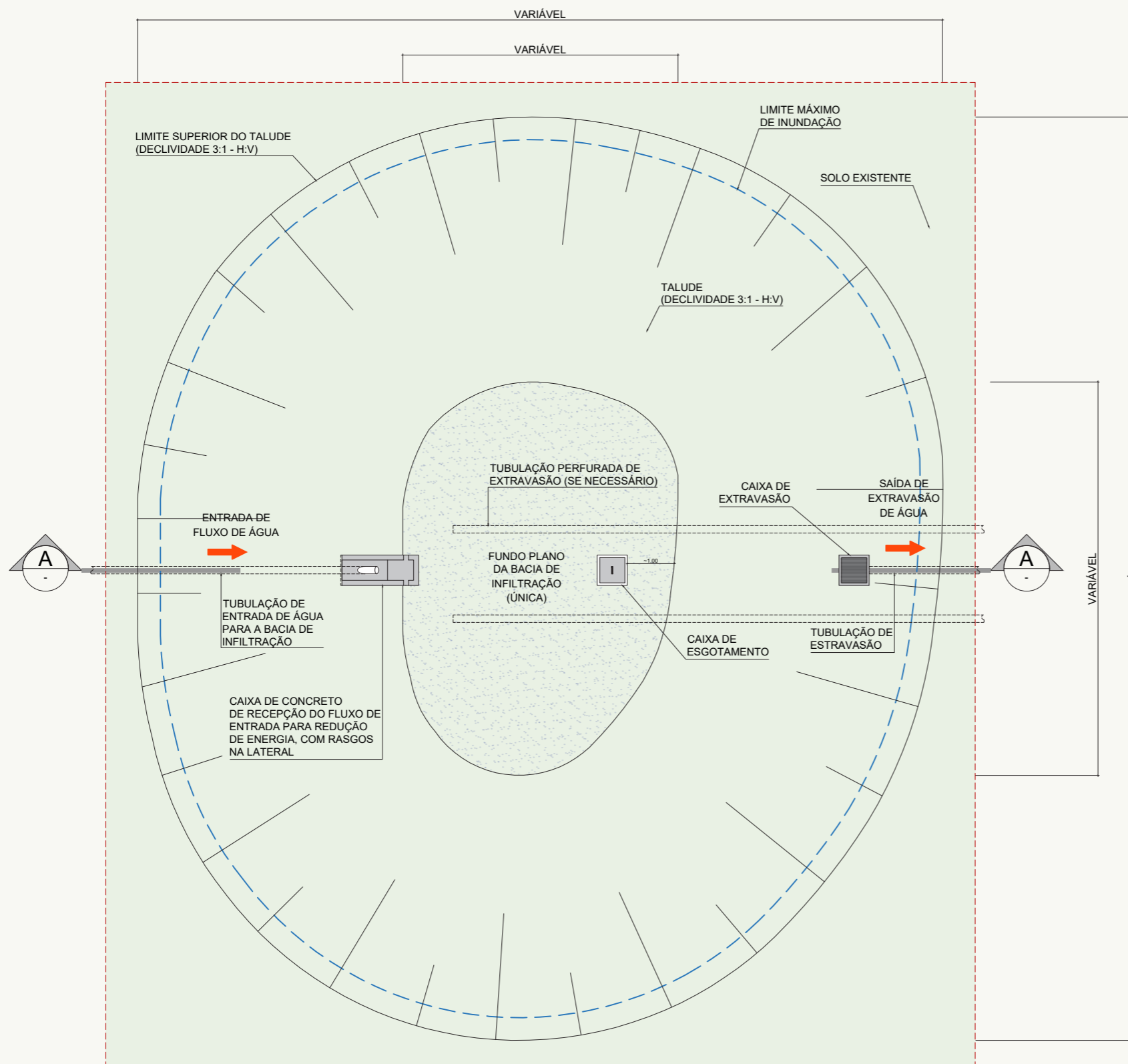
15.1 Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais

17. Parcerias e meios de implementação

17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado

17.16 Reforçar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, complementada por parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem conhecimento, expertise, tecnologia e recursos financeiros, para apoiar a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento



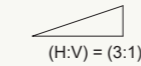


BACIA DE INFILTRAÇÃO (ÚNICA) - PLANTA

SEM ESCALA

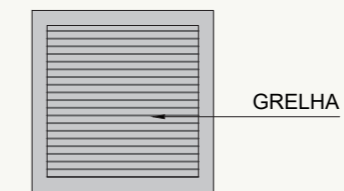
NOTAS:

- 1 - AS LARGURAS E COMPRIMENTOS DA BACIA DE INFILTRAÇÃO POSSUEM TAMANHOS VARIÁVEIS.
- 2 - O ESPELHO DE INUNDAÇÃO DEVERÁ TER ALTURA MÁXIMA DE 1,60M, PARA QUE SEJA EVITADO RISCO DE AFOGAMENTO, O QUAL DEVE SER DEVIDAMENTE SINALIZADO E ISOLADO, CASO HAJA NECESSIDADE.
- 3 - AS TUBULAÇÕES DE ENTRADA E SAÍDA DE ÁGUA POSSUEM DIÂMETRO VARIÁVEL, DE ACORDO COM DIMENSIONAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO A SER DESENVOLVIDO POR ENGENHEIRO(A) RESPONSÁVEL CONFORME CARACTERÍSTICAS LOCAIS (EX. 75MM/100MM).
- 4 - A CAIXA PRÉVIA DE CONCRETO, A CAIXA DE ESGOTAMENTO E A CAIXA DE EXTRAVASÃO POSSUEM DIMENSÕES VARIÁVEIS, DE ACORDO COM DIMENSIONAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO A SER DESENVOLVIDO POR ENGENHEIRO(A) RESPONSÁVEL CONFORME CARACTERÍSTICAS LOCAIS.
- 5 - PARA AS MEDIDAS VARIÁVEIS, VERIFICAR MEMÓRIA DE CÁLCULO NESTE CADERNO.
- 6 - ABAIXO ESTÁ INDICADA A PROPORÇÃO DE DECLIVIDADE DO TALUDE DA BACIA.

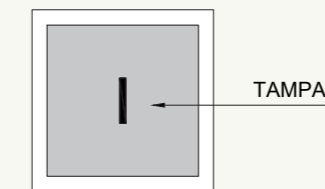


(H:V) = (3:1)

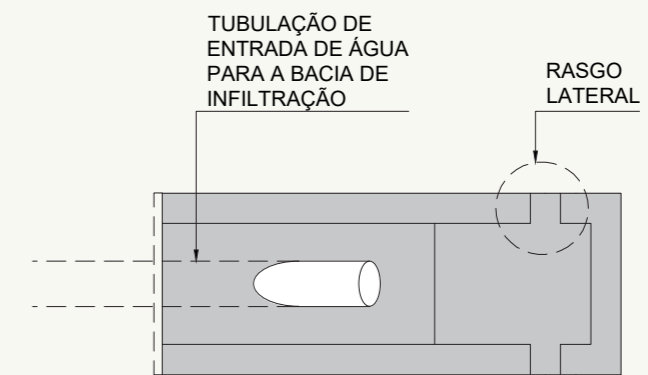
DECLIVIDADE DO TALUDE



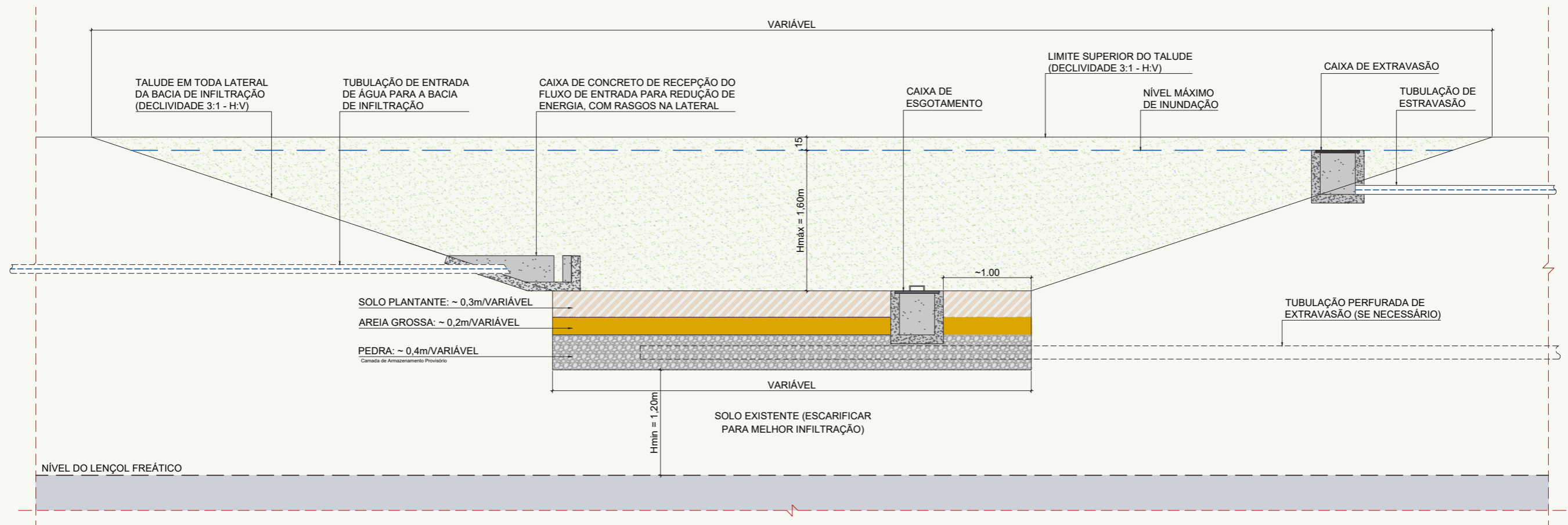
BACIA DE INFILTRAÇÃO
PLANTA AMPLIADA DA CAIXA DE EXTRAVASÃO



BACIA DE INFILTRAÇÃO
PLANTA AMPLIADA DA CAIXA DE ESGOTAMENTO

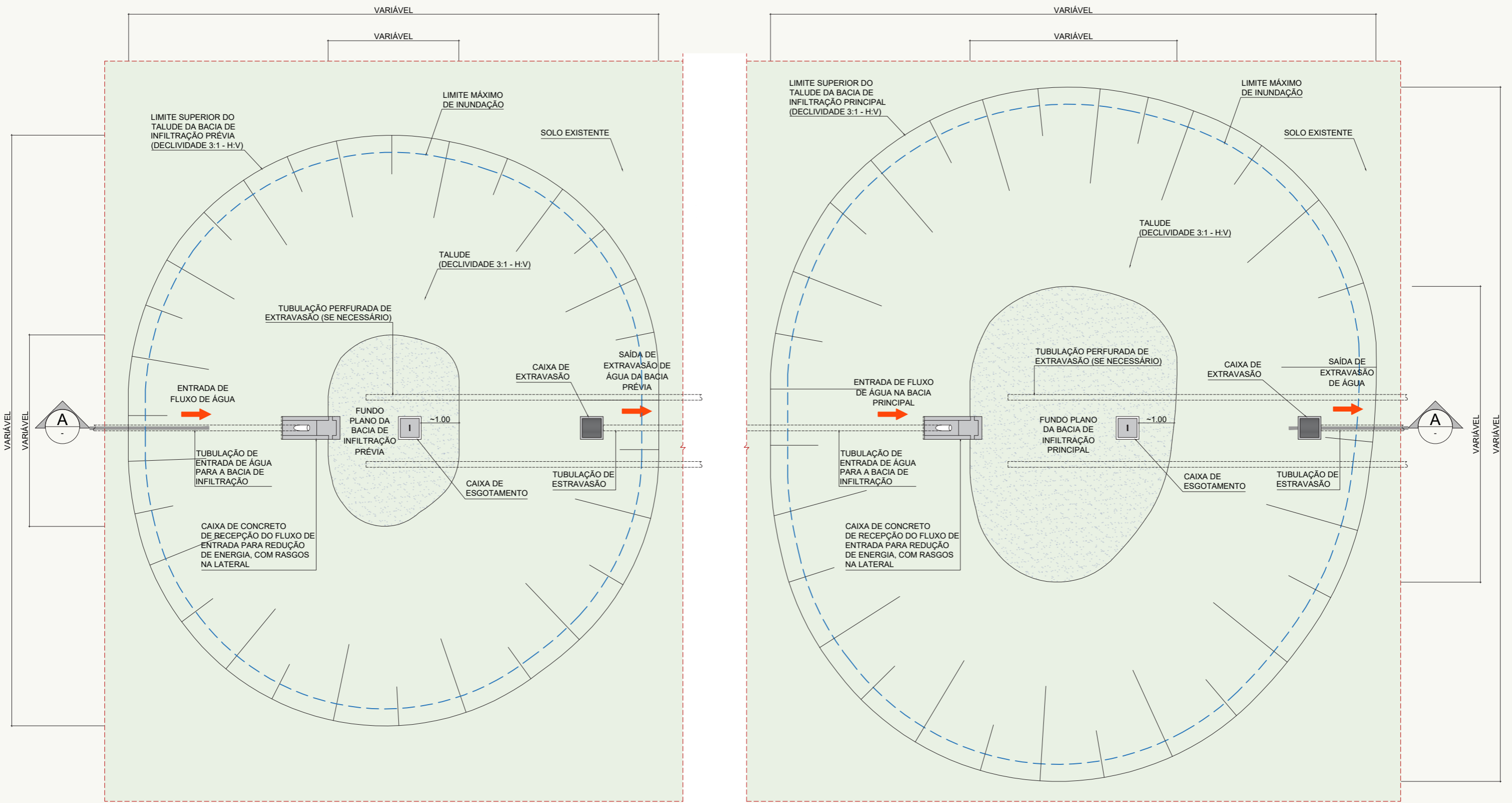


BACIA DE INFILTRAÇÃO
PLANTA AMPLIADA DA CAIXA DE RECEPÇÃO



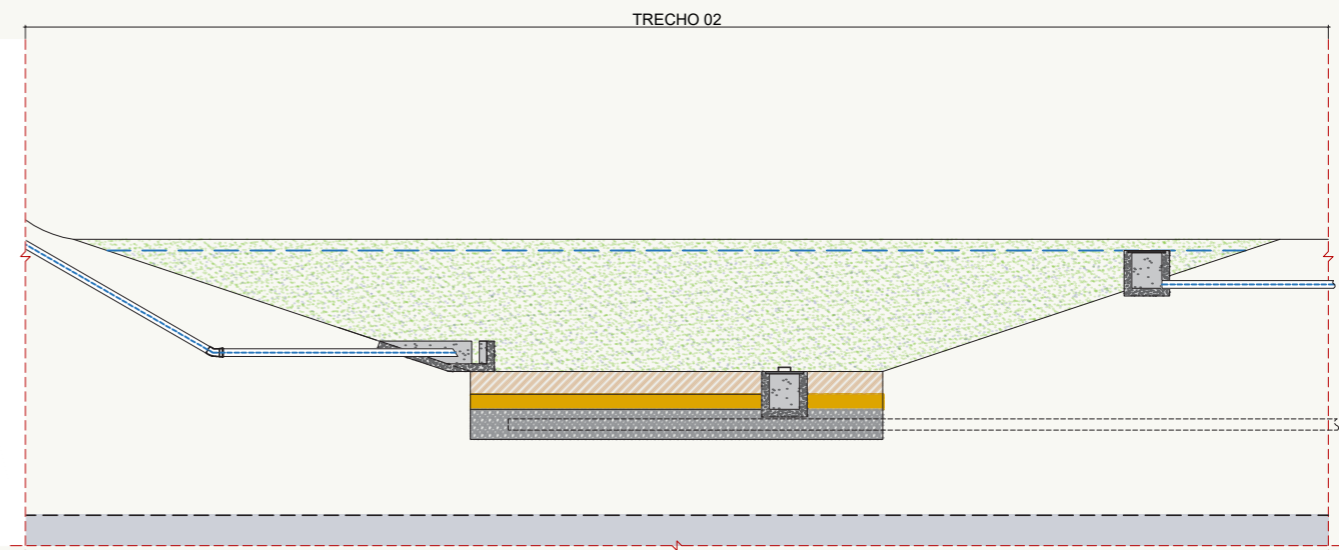
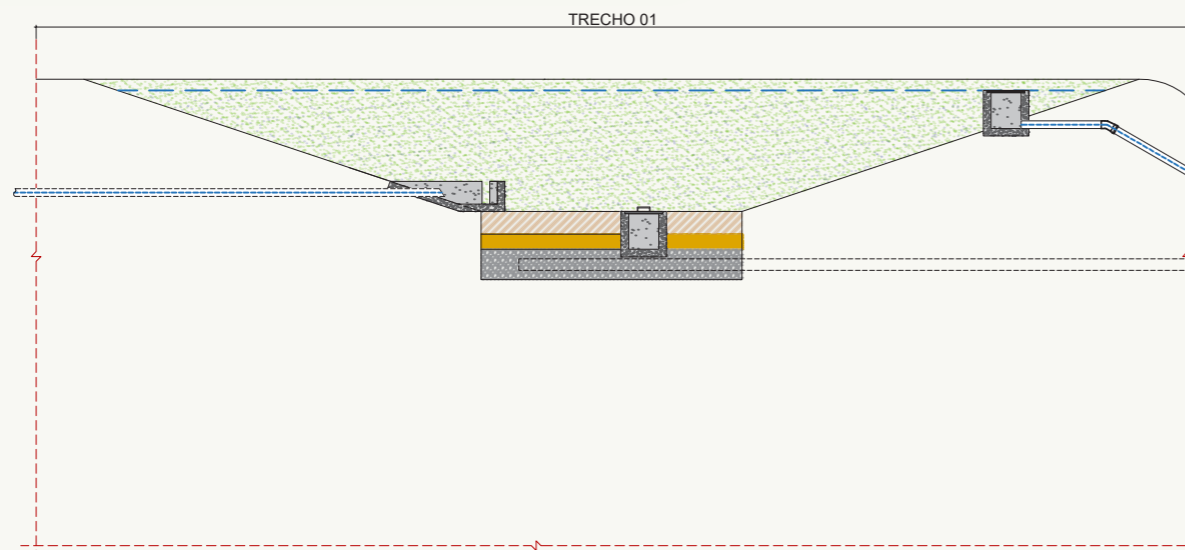
BACIA DE INFILTRAÇÃO (ÚNICA) - CORTE AA

SEM ESCALA



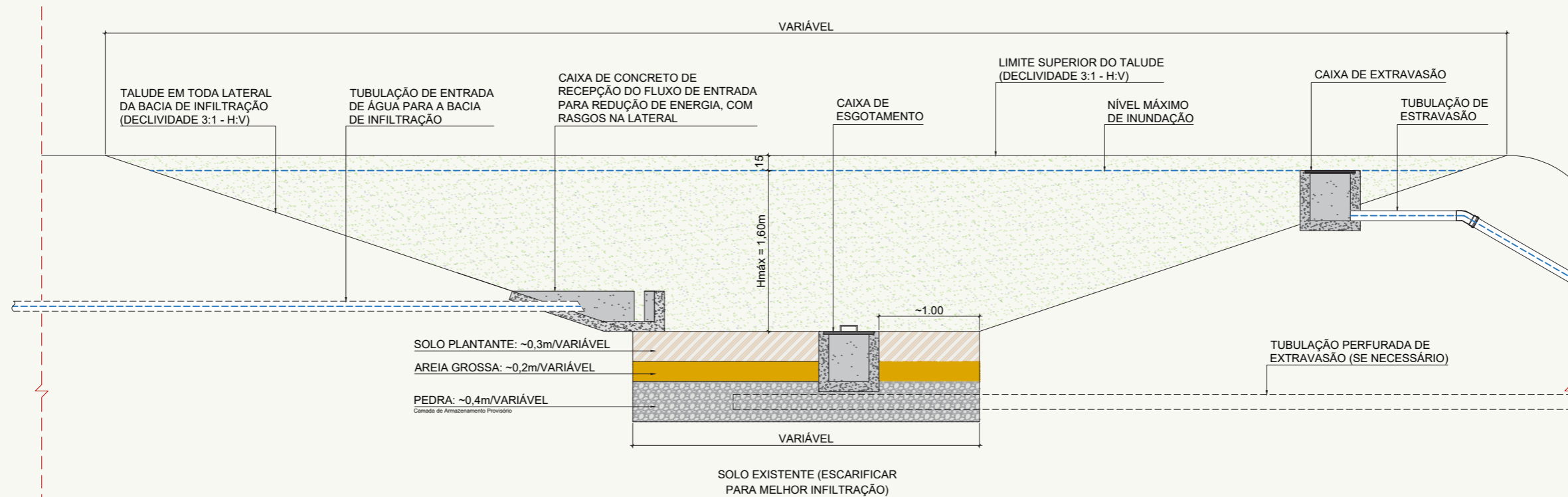
BACIA DE INFILTRAÇÃO DUPLA - PLANTA

SEM ESCALA



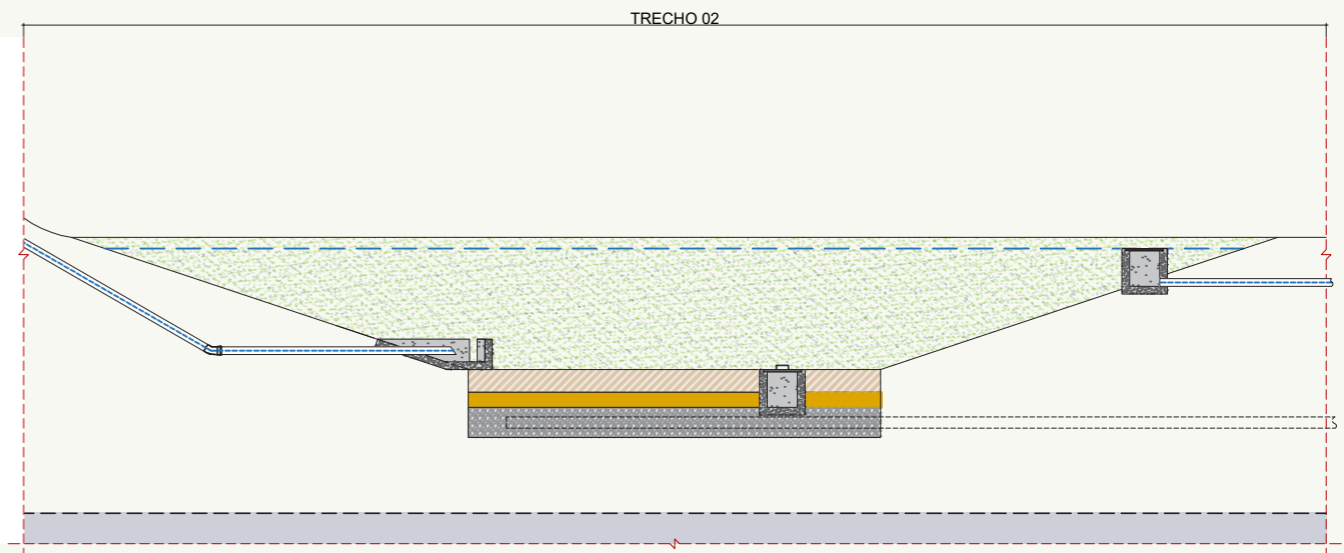
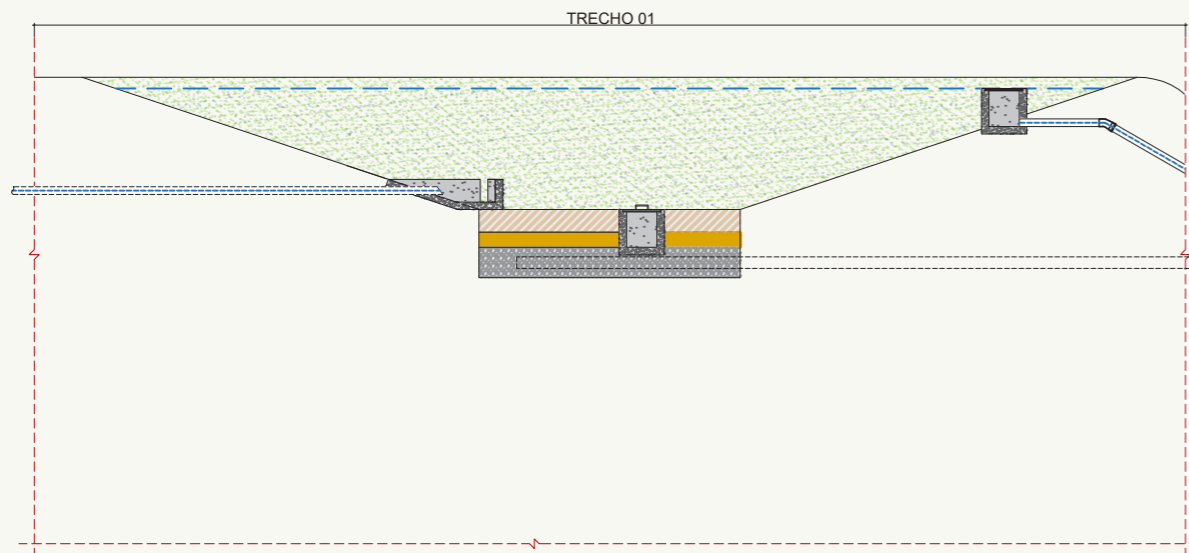
BACIA DE INFILTRAÇÃO DUPLA - CORTE AA

SEM ESCALA



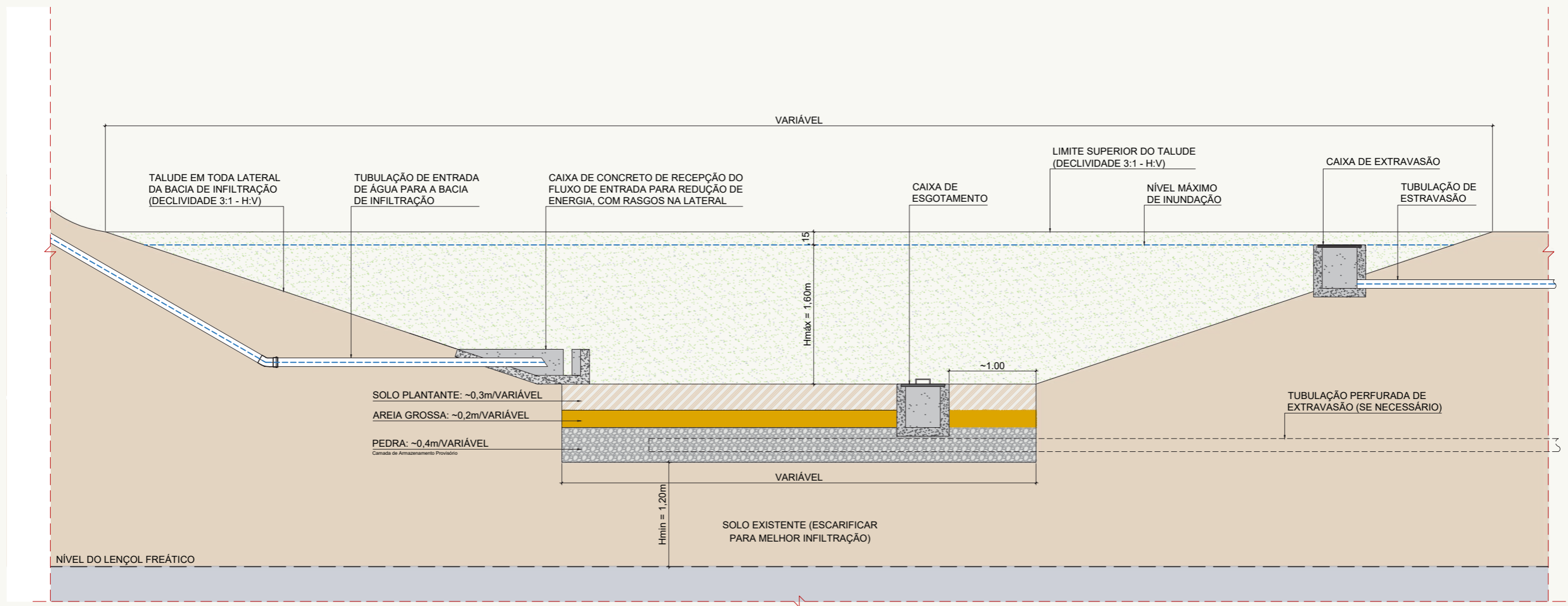
BACIA DE INFILTRAÇÃO DUPLA - CORTE AA - TRECHO 1

SEM ESCALA



BACIA DE INFILTRAÇÃO DUPLA - CORTE AA

SEM ESCALA



BACIA DE INFILTRAÇÃO DUPLA - CORTE AA - TRECHO 2

SEM ESCALA



LISTA DE ESPÉCIES VEGETAIS PARA BACIA DE INFILTRAÇÃO

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FORMA DE VIDA	ORIGEM	SUBSTRATO	FITORREMEDIAÇÃO
Musgo d'água, samambaia d'água	Azolla Lam.	Herbácea	Nativa	Aquático	X
Salvinia minima	Salvinia minima Baker	Pequena samambaia aquática livre flutuante.	Nativa	Aquático	X
Rabo-de-raposa	Ceratophyllum demersum L.	Erva macrófita submersa livre	Nativa	Aquático	X
Aguapé, baronesa, camalote, jacinto-d'água, murumuru, mururé, pareci, pavoia, rainha-dos-lagos	Eichhornia crassipes (Mart.) Solms	Erva macrófita livre flutuante.	Nativa	Aquático	X
Pinheirinho d'água	Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verdec.	Erva macrófita submersa enraizada	Nativa	Aquático, Terrestre	X
Alface d'água	Pistia stratiotes L.	Erva macrófita livre flutuante	Nativa	Aquático	X
Limo mestre	Patamogeton L.	Erva macrófita submersa enraizada	Nativa	Aquático	X
Taboa	Typha L.	Erva macrófita emergente	Nativa	Aquático, terrestre	X
Junco de pântano, junco costeiro	Bolboschoenus robustus	Herbácea	Nativa	Aquático, terrestre	X

Fonte: Pinheiro, 2017.

As espécies foram determinadas como adequadas à cidade de São Paulo.



BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOTADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I									
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL	
1 EIXO: MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS - TIPOLOGIA: DRENAGEM - TIPOLOGIA APLICADA: BACIA DE INFILTRAÇÃO									
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$	-
CDHU	601020	-	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em campo aberto	M3	-	-	-	-	
CDHU	510022	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km	M3	-	-	-	-	
1.2 PREENCHIMENTO DA BACIA DE INFILTRAÇÃO								R\$	-
CDHU	805100	-	Dreno com pedra britada	M3	-	-	-	-	
CDHU	805110	-	Dreno com areia grossa	M3	-	-	-	-	
CDHU	3401010	-	Terra vegetal orgânica comum	M3	-	-	-	-	
1.3 EXECUÇÃO DAS CAIXAS DE CONCRETO								R\$	-
CDHU	901020	-	Forma em madeira comum para fundação	M2	-	-	-	-	
CDHU	1101130	-	Concreto usinado, fck = 25 MPa	M3	-	-	-	-	
CDHU	1116060	-	Lançamento e adensamento de concreto ou massa em estrutura	M3	-	-	-	-	
CDHU	1116060	-	Lançamento e adensamento de concreto ou massa em estrutura	M3	-	-	-	-	
CDHU	1001020	-	Armadura em barra de aço CA-25 fyk = 250 MPa	KG	-	-	-	-	
1.4 TUBULAÇÃO (SAIDA DE FLUXO EXCEDENTE)								R\$	-
CDHU	4602050	-	Tube de PVC rígido branco PxB com virola e anel de borracha, linha esgoto série normal, DN= 50 mm, inclusive conexões	M	-	-	-	-	
			OU						
CDHU	4602060	-	Tube de PVC rígido branco PxB com virola e anel de borracha, linha esgoto série normal, DN= 75 mm, inclusive conexões	M	-	-	-	-	
			OU						
CDHU	4602070	-	Tube de PVC rígido branco PxB com virola e anel de borracha, linha esgoto série normal, DN= 100 mm, inclusive conexões	M	-	-	-	-	
1.5 VEGETAÇÃO*								R\$	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL s/ BDI								R\$	-
BDI adotado: 25,00%									0,00
VALOR TOTAL C/ BDI								R\$	-

Nota:

*Vegetação: Para o item de vegetação, consultar a lista de espécies vegetais para bacia de infiltração contida no caderno de tipologias.

Nota:

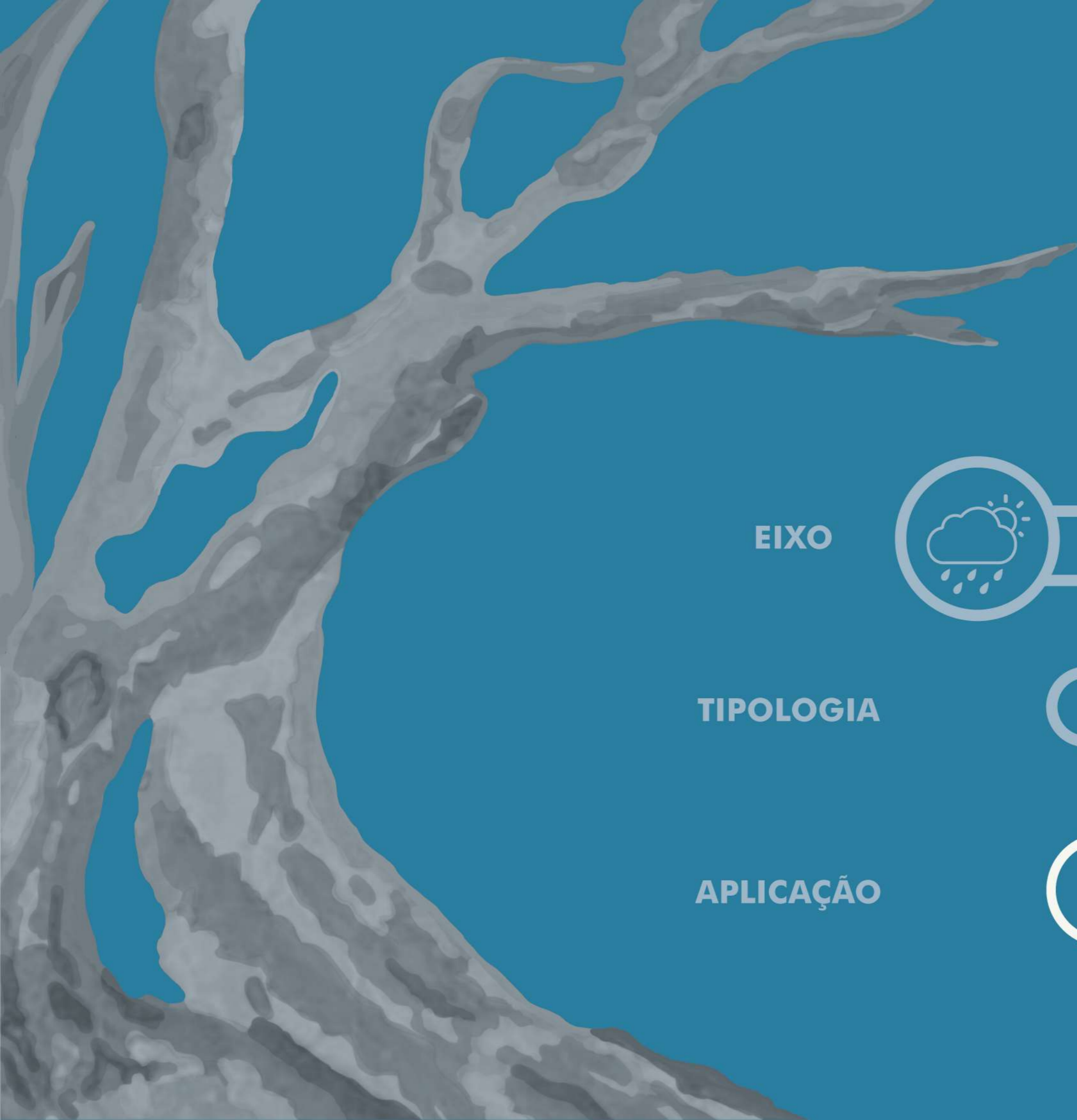
A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha "Bacia de Infiltração" deste Caderno de Tipologias.

Os códigos facilitam o preenchimento da planilha na data da aplicação da tipologia, mantendo assim seu custo sempre atualizado.

Eixo - Manejo de Águas Pluviais - Drenagem - Bacia de Infiltração

Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade

Obs: Vegetação não inclusa, identificar a espécie e adicionar na planilha acima.



EIXO



MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

TIPOLOGIA

DRENAGEM

APLICAÇÃO

BIOVALETA



BIOVALETA

Biovaletas são constituídas como uma faixa de depressão rasa e vegetada, de largura relativamente estreita e com dimensão predominantemente linear, com as laterais em declive, na forma de vala levemente abaulada. Como dispositivos de biofiltração, biorretenção temporária e condução e descarga de águas pluviais de baixa ou média vazão para outros elementos de drenagem local existente, eventualmente convencionais, como caixas de passagem de bueiros ou galerias, as biovaletas também podem ser ligadas em série ou em conjunto, a elementos de drenagem ecológica.

As **dimensões** para instalação da Canteiro de Chuva devem ser calculadas por um profissional adequado de acordo com o **Memorial de Cálculo** presente nesse caderno.

Localização Estratégica

Biovaletas podem ser utilizadas em pequenas áreas de drenagem com baixo escoamento de superfícies de contribuição menores que 200m². Podem ser aplicadas em estradas e rodovias, estacionamentos e superfícies impermeáveis como ruas, sarjetas, canteiros e rotatórias e recepção de calhas de coberturas, conectando a área de captação ao sistema de drenagem convencional já existente.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos



Imagem: Carol Prado. Projeto Gentileza Urbana (Prefeitura de São Paulo).

Características Técnicas

É indicado graduar as inclinações laterais das valetas que possibilitam mais flexibilidade de projeto e plantio, cujas proporções mais adequadas para o contexto urbano podem variar entre 2,5-4:1 (horizontal: vertical). A recomendação é a proporção de 3:1 e, em contextos restritos, podem ser até de 2:1;

A área de infiltração se dá nas laterais e fundo das valetas e a largura inferior mínima se situa em torno de 30cm, variando de acordo com o espaço disponível sendo que, como critério médio, recomenda-se 45cm;

O escoamento a partir da rua pode se dar por cortes no meio-fio ou tubulação, ou diretamente, em casos sem a presença de meios-fios;

É recomendada a escarificação do solo sob a Biovaleta na profundidade de 15 a 30cm, para melhorar as condições de infiltração;

É recomendável que o fundo da Biovaleta esteja em nível ou com o caimento máximo de 4% no sentido da tubulação de drenagem;

Para a camada drenante inferior de fundo, de reservação, os autores descrevem sua realização

com pedra britada (brita 3) devidamente lavada em toda extensão e a instalação de tubulação de drenagem no sentido longitudinal, com inclinação de 0,1% em direção à caixa de drenagem; de modo superior a esta, deve ser adicionada uma camada de brita 2, sobre a qual instala-se uma camada de pedrisco;

É indicada, por determinadas referências, a possibilidade da utilização de manta de drenagem acima desta última camada descrita, em campo longitudinal, para evitar a colmatagem e para proteção da tubulação drenante; imediatamente acima, adiciona-se mistura filtrante de 60% de areia média, 30% de areia fina e 10% de composto orgânico vegetal, com espessura de 0,5m. Na parte superior do conjunto, procede-se à colocação de uma cobertura vegetal morta e seca, com em torno de 10cm de espessura.

Devem ser instaladas sem a presença de infraestruturas no subsolo imediatamente inferior e à distância mínima de 3 metros em relação a fundações e edificações, bem como guardar altura livre de, no mínimo, 1,20m em relação ao nível do lençol freático existente.

1 ERRADICAÇÃO
DA POBREZA



2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



3 SAÚDE E
BEM-ESTAR



6 ÁGUA POTÁVEL
E SANEAMENTO



8 TRABALHO DECENTE
E CRESCIMENTO
ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO
E INFRAESTRUTURA



11 CIDADES E
COMUNIDADES
SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E
PRODUÇÃO
RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A
MUDANÇA GLOBAL
DO CLIMA



14 VIDA NA
ÁGUA



15 VIDA
TERRESTRE



17 PARCERIAS E MEIOS
DE IMPLEMENTAÇÃO





BIOVALETA

Possíveis Desafios

Promoção de adesão comunitária para a devida compreensão dos sistemas e sua proteção, para o que se sugere ampla participação social.

Realização de capacitação técnica de equipes municipais e contar com a colaboração especializada caso a caso, para diagnóstico, projeto executivo, execução de obras e acompanhamento pós-obra.

Utilização de elementos de publicização e sinalização dos sistemas mantendo-os permanentemente em bom estado e boa condição de legibilidade.

Atenção estrita às questões referentes ao Manual técnico como um todo, incluindo as Fichas de Aplicação e Memorial e realizar os devidos testes e cálculos respectivos a cada aplicação, tendo em conta as condicionantes locais, oportunidades de implantação e limites, contando com a avaliação técnica profissional multidisciplinar.

O cálculo da área alagável, das alturas da camada plantante e da eventual camada de reservação, deve obedecer às condicionantes pluviométricas e geológicas de cada instalação, realizada mediante cálculos profissionais.

Seleção de localização adequada para cada aplicação, considerando suas especificidades e adequação ao contexto.

Manutenção de plena acessibilidade e segurança públicas.

Etapas de Implementação

1 – Definição do local de implantação

Devem ser observadas as normas e regulações urbanísticas locais e realizadas solicitações de autorização quando necessárias.

2 – Diagnósticos, cálculos e projetos

Realização de diagnósticos gerais, tais como geológicos, pluviométricos e de escoamento, das condições locais, realização de cálculos técnicos profissionais para projeto executivo completo.

3 – Preparo do local

Modificação da calçada e abertura das valas.

4 – Elementos laterais de contenção

Em situações de tráfego, instalação de empenas laterais como guias contenção do solo, para evitar recalques.

5 – Tubulação

Instalação ao fundo da tubulação perfurada para captação do volume de água excedente e destinação a sistema externo.

6 – Preenchimento de camada

Preenchimento de camada inferior de pedras, seixos ou similares, e da camada de mistura de solo, areia e composto orgânico orgânico, na proporção, por exemplo, de 60%, 30% e 10%, respectivamente.

7 – Manta geotêxtil

Definição pelo uso ou não de manta geotêxtil. Caso sim, implantação da mesma abaixo do solo plantante.

Manutenção e Gestão

Verificação e o acompanhamento das condições gerais e da efetividade do sistema de captação, detenção, transbordamento e destinação da água;

Acompanhamento do desempenho do equipamento, em especial com respeito à drenagem, que deve se dar no período entre 24 a 72 horas, de modo a evitar a proliferação de vetores e doenças;

Verificação periódica e manutenção da estrutura de entrada de fluxo e extravasão ou transbordamento. Em caso de entupimento, realizar a verificação e manutenção da tubulação drenante

8 – Vegetação

Plantio de espécimes escolhidos.

9 – Camada de proteção

Preenchimento superior com camada fina de matéria orgânica morta para preservação da umidade do solo.

Ganhos

- São recursos paisagísticos de drenagem sustentável ou ecológica, que oferecem habitat à biota, como a pássaros e insetos polinizadores;
- Aumento da qualidade das águas pluviais, resultantes da filtragem e remoção de sedimentos grosseiros, substâncias nocivas poluentes difusos e metais pesados por processos bio-químico-físicos, através da atuação de microrganismos e plantas; e metais pesados;
- Retardamento do escoamento e consequente melhora na sobrecarga do sistema de captação de águas pluviais;
- Redução da demanda de fontes alternativas de água para irrigação devido à conservação da água pela irrigação passiva e facilitação da infiltração;
- Podem substituir meios-fios e calhas como forma de transmitir o escoamento, reduzindo os custos de terra, ao eliminar a necessidade de sistemas de transporte de drenagem convencionais.

inferior, se houver, para garantir que a drenagem das águas excedentes ocorra entre 24 a até 72 horas;

Verificação de eventual colmatagem do sistema;

A manutenção e gestão deve ser de responsabilidade do poder público, no entanto pode haver pactos de compartilhamento por iniciativa das comunidades envolvidas, o que, em geral, possibilita maior efetividade para o sucesso da iniciativa;

Manutenção sazonal das plantas selecionadas para biorretenção e filtragem, bem como limpeza superficial do equipamento.





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Biovaleta

1. Erradicação da pobreza



1.4 Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo microfinanças

1.5 Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais, reciclagem e as tecnologias de reuso

2. Fome zero e agricultura sustentável



2.4 Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo

3. Saúde e bem estar



3.2 Até 2030, acabar com as mortes evitáveis de recém-nascidos e crianças menores de 5 anos, com todos os países objetivando reduzir a mortalidade neonatal para pelo menos 12 por 1.000 nascidos vivos e a mortalidade de crianças menores de 5 anos para pelo menos 25 por 1.000 nascidos vivos

3.3 Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis

3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo

6. Água potável e saneamento



6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

12. Consumo e produção responsáveis



12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água



14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Biovaleta

15. Vida terrestre



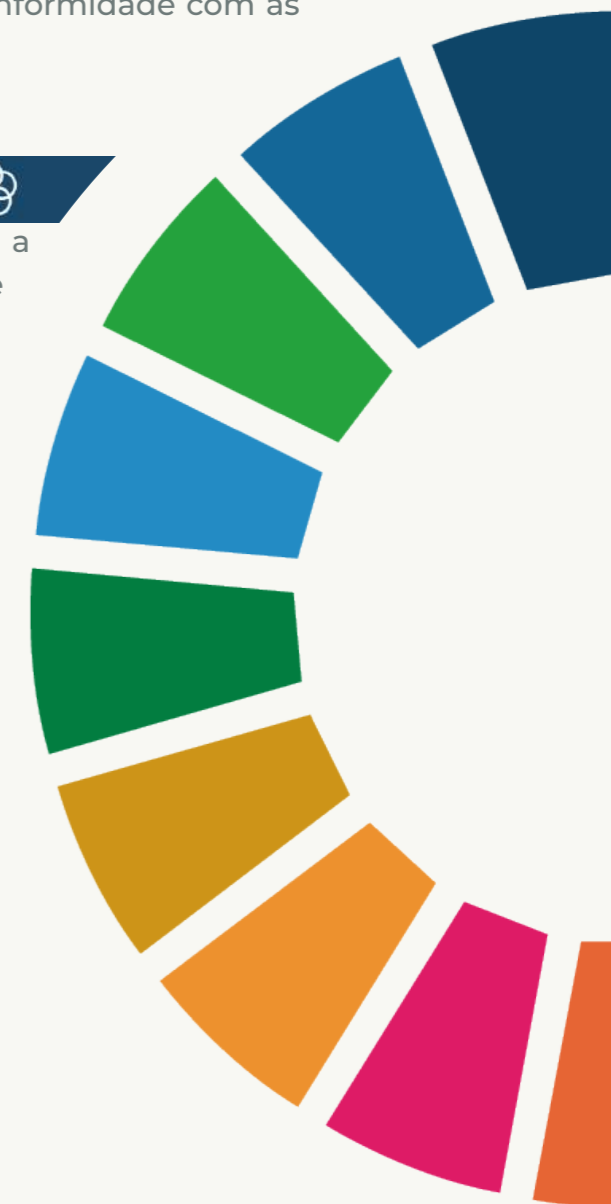
15.1 Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais

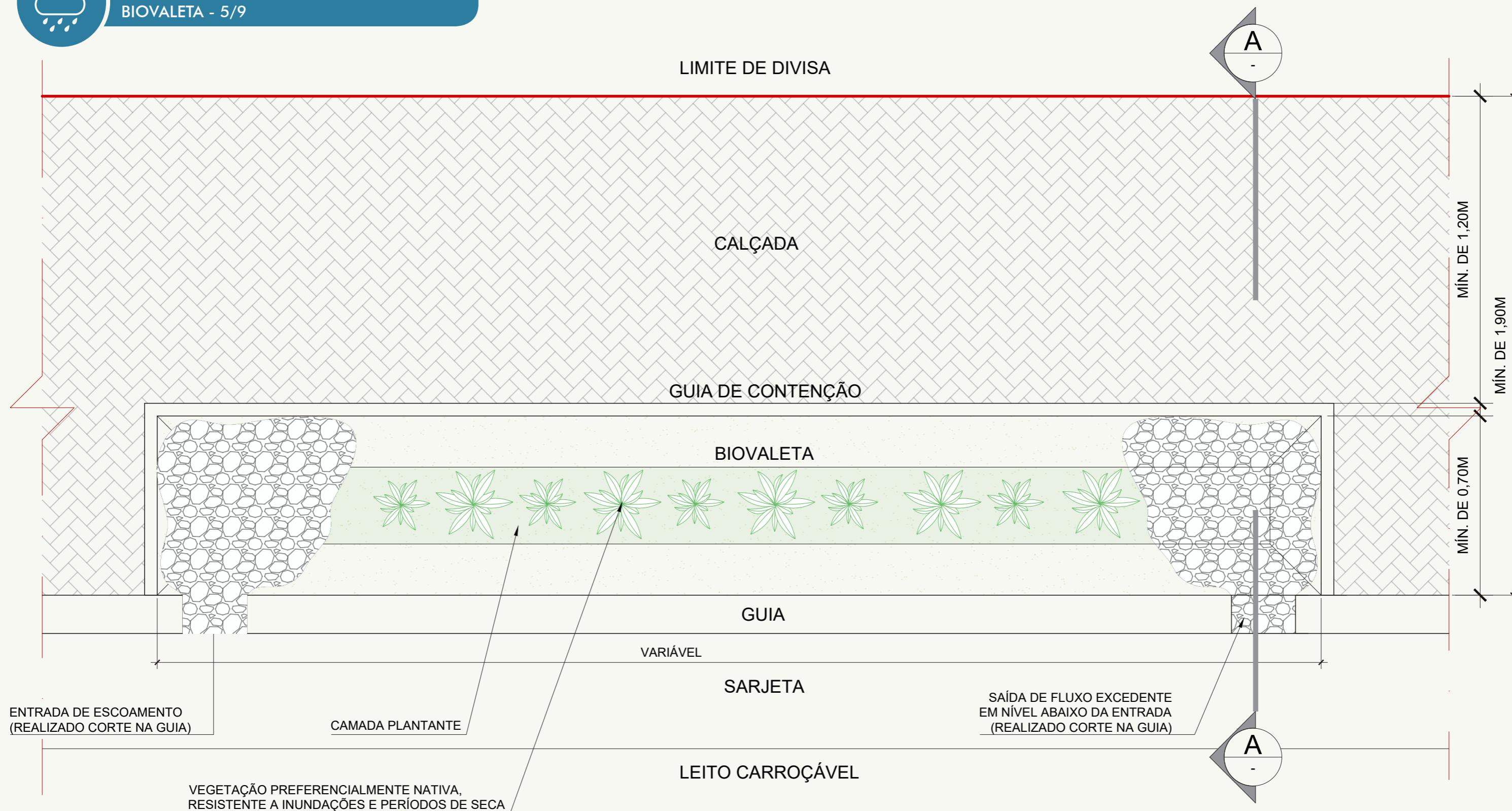
17. Parcerias e meios de implementação



17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado

17.16 Reforçar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, complementada por parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem conhecimento, expertise, tecnologia e recursos financeiros, para apoiar a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento





NOTAS:

1- O VALOR MÍNIMO DA LARGURA É DE 0,70M E O COMPRIMENTO É VARIÁVEL.

2- PARA A IMPLANTAÇÃO DA BIOVALETA É NECESSÁRIO QUE O FUNDO DA MESMA ESTEJA NO MÍNIMO A 1,20 METROS DO LENÇOL FREÁTICO E A UMA DISTÂNCIA DE 3 METROS DE FUNDAÇÕES DAS EDIFICAÇÕES.

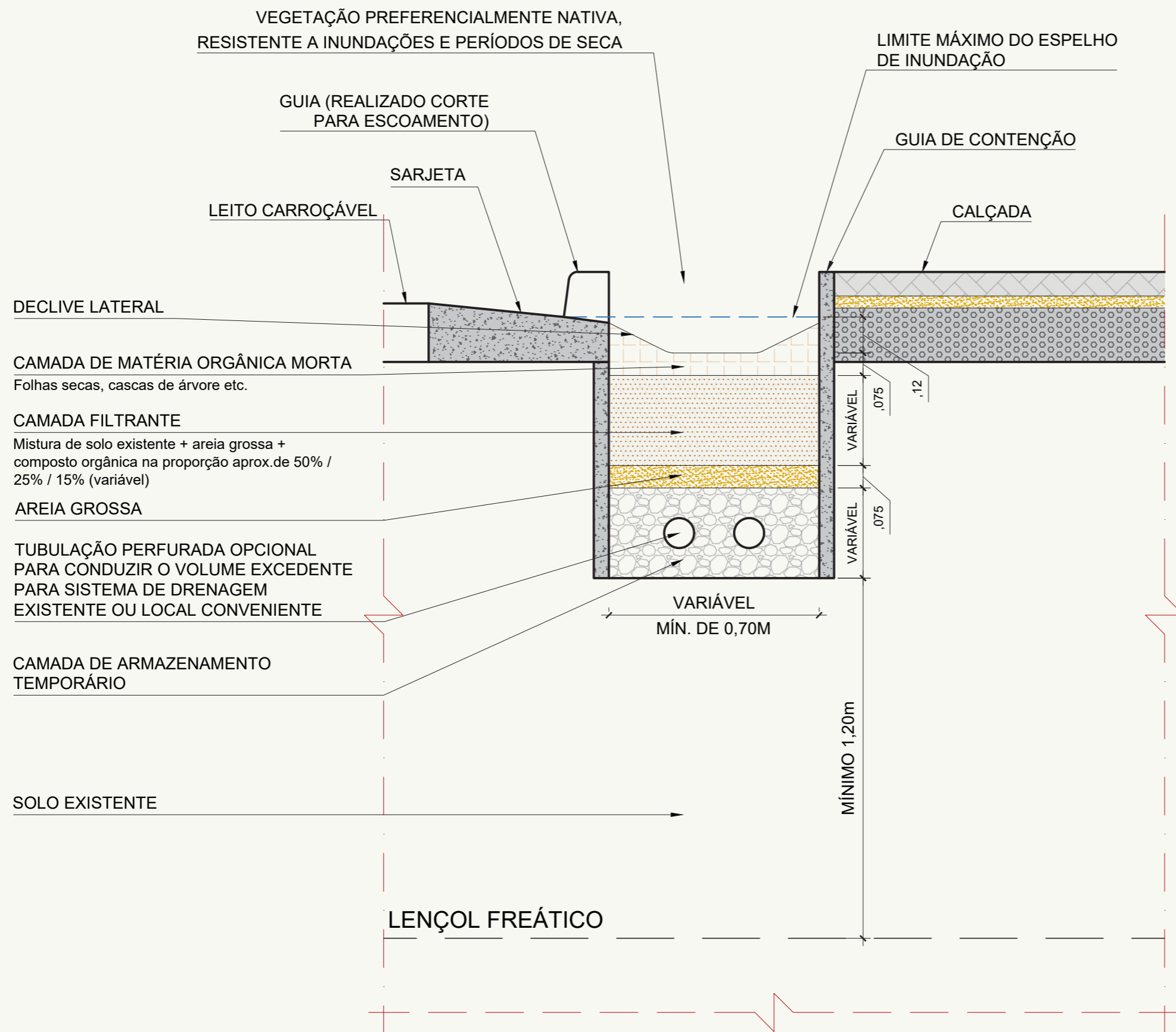
3- EVENTUALMENTE É NECESSÁRIO QUE HAJA UMA FUNDAÇÃO PARA A GUIA DE CONTENÇÃO, AMBAS DEVEM SER AVALIZADAS E CALCULADAS PELO ENGENHEIRO RESPONSÁVEL.

4- PARA AS MEDIDAS VARIÁVEIS, VERIFICAR MEMÓRIA DE CÁLCULO NESTE CADERNO.

5- PLANTAÇÃO DE VEGETAÇÃO PREFERENCIALMENTE NATIVA, RESISTENTE A INUNDAÇÕES E PERÍODOS DE SECA.

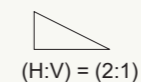
VISTA SUPERIOR - BIOVALETA

SEM ESCALA



NOTAS:

1- PARA OS DECLIVES LATERAIS, SEGUIR A PROPORÇÃO INDICADA ABAIXO:



2- A ALTURA DO ESPELHO DE INUNDAÇÃO É VARIÁVEL, MAS ESTÁ SENDO CONSIDERADO 0,12M PARA EVITAR AFOGAMENTO.

3- O VALOR MÍNIMO DA LARGURA É DE 0,70M E O COMPRIMENTO É VARIÁVEL.

4- A ALTURA, LARGURA E COMPRIMENTO DA GUIA DE CONTENÇÃO É VARIÁVEL.

5- EVENTUALMENTE É NECESSÁRIO QUE HAJA UMA FUNDAÇÃO PARA A GUIA DE CONTENÇÃO, AMBAS DEVEM SER AVALIZADAS E CALCULADAS PELO ENGENHEIRO RESPONSÁVEL.

6- PARA A IMPLANTAÇÃO DA BIOVALETA É NECESSÁRIO QUE O FUNDO DA MESMA ESTEJA NO MÍNIMO A 1,20 METROS DO LENÇOL FREÁTICO E A UMA DISTÂNCIA DE 3 METROS DE FUNDAÇÕES DE EDIFICAÇÕES.

7- PARA AS MEDIDAS VARIÁVEIS, VERIFICAR MEMÓRIA DE CÁLCULO NESTE CADERNO.

8- PLANTAÇÃO DE VEGETAÇÃO PREFERENCIALMENTE NATIVA, RESISTENTE A INUNDAÇÕES E PERÍODOS DE SECA.

CORTE AA - BIOVALETA

SEM ESCALA



LISTA DE ESPÉCIES VEGETAIS PARA BIOVALETA

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FORMA DE VIDA	ORIGEM	SUBSTRATO	BIORRETENÇÃO *	FITORREMEDIAÇÃO
Orelha-de-elefante-gigante, taiá-rio-branco, taioba	<i>Alocasia macrorrhizos</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Singônio	<i>Syngonium angustatum</i>	Semi-herbácea	Nativa	Hemiepífita	X	
Aspargo-pendente, aspargo-ornamental, aspargo	<i>Asparagus densiflorus</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Espada-de-são-Jorge, língua-de-sogra, sanseviéria, rabo-de-lagarto	<i>Sansevieria trifasciata</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Lambari-roxo, lambari, trapoeraba, judeu-errante	<i>Zebrina purpusii</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Dicondra, dinheiro-em-penca	<i>Dichondra microcalyx</i>	Herbácea	Incerta	Terrestre	X	
Capim-palmeira, curculigo	<i>Curculigo capitulata</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Moreia-bicolor, dietes, moreia	<i>Dietes bicolor</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Pseudo-íris-azul; lírio-roxo-das-pedras, falso-íris	<i>Neomarica caerulea</i>	Semi-herbácea	Nativa	Terrestre, Rupícula	X	
Dianela, dracena-guarda-chuva	<i>Dianella ensifolia</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Lírio-de-um-dia, hemerocale, lírio-de-são-josé, lírio	<i>Hemerocallis x hybrida</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	X
Lambari-roxo, lambari, trapoeraba, judeu-errante	<i>Zebrina purpusii</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Malmequer, vedélia, picão-da-praia	<i>Wedelia paludosa</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre	X	
Picão-branco, fazendeiro	<i>Galinsoga parviflora</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Girassol	<i>Helianthus annuus</i>	Herbácea e substrato	Exótica, Cultivada	Terrestre		X
Solidago	<i>Solidago sp</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre		X

* Biorretenção de óleos e graxas, matéria orgânica, nitrato, nitrito, Fe Zn, Cu e Cd, e SDT

Fonte: Pinheiro, 2017.

As espécies foram determinadas como adequadas à cidade de São Paulo.



LISTA DE ESPÉCIES VEGETAIS PARA BIOVALETA

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FORMA DE VIDA	ORIGEM	SUBSTRATO	BIORRETENÇÃO *	FITORREMEDIÇÃO
Caatinga, cana-branca, jacuanga, cana-de-macaco	<i>Costus spiralis</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre	X	
Espada-de-são-Jorge, língua-de-sogra, sanseviéria, rabo-de-lagarto	<i>Heliconia psittacorum</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre	X	
Maranta-cinza, tenante	<i>Ctenanthe setosa</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre	X	
Lutiela	<i>Alternanthera brasiliana</i>	Subarbusto e herbácea semiereta	Nativa	Terrestre	X	
Gramma	<i>Festuca L</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre		X
Gramma-inglesa, grama de jardim, grama-santo-agostinho	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre		X
Gramma-missioneira, grama-tapete, grama-sempre-verde	<i>Axonopus compressus</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre		X
Vertiver, capim-vertiver, pachuli	<i>Vertivera zizanioides</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre		X
Milho	<i>Zea mays</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre		X
Mostarda-da-índia	<i>Brassica juncea</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre		X
Alamanda amarela, carolina, dedal-de-dama, alamanda, dedal-de-princesa	<i>Allamanda cathartica</i>	Arbusto/Liana/Volúvel/Trepadeira	Nativa	Terrestre	X	
Capim-palmeira, curculigo	<i>Senna obtusifolia</i>	Arbusto, Subarbusto	Nativa	Terrestre		X

* Biorretenção de óleos e graxas, matéria orgânica, nitrato, nitrito, Fe Zn, Cu e Cd, e SDT

Fonte: Pinheiro, 2017.

As espécies foram determinadas como adequadas à cidade de São Paulo.



BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOTADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I

BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL
1 EIXO: MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS - TIPOLOGIA: DRENAGEM - TIPOLOGIA APLICADA: BIOVALETA								
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES*								R\$ -
CDHU	301220	0	Demolição mecanizada de concreto simples, inclusive fragmentação, carregamento, transporte até 1 quilômetro e descarregamento*	M3	-	-	-	-
CDHU	508060	0	Transporte de entulho, para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km*	M3	-	-	-	-
CDHU	601020	0	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em campo aberto	M3	-	-	-	-
CDHU	510022	0	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km	M3	-	-	-	-
1.2 EXECUÇÃO DO BIOVALETA (PREENCHIMENTO DA VALA)								R\$ -
1.2.1 CAMADA INFERIOR E INTERMEDIÁRIA								R\$ -
CDHU	805100	0	Dreno com pedra britada	M3	-	-	-	-
CDHU	805110	0	Dreno com areia grossa	M3	-	-	-	-
CDHU	805190	0	Manta geotêxtil com resistência à tração longitudinal de 16kN/m e transversal de 14kN/m	M2	-	-	-	-
1.2.2 CAMADA SUPERIOR (FILTRANTE)*								R\$ -
CDHU	3401010	0	Terra vegetal orgânica comum*	M3	-	-	-	-
CDHU	805110	0	Dreno com areia grossa	M3	-	-	-	-
SINAPI	98520	0	APLICAÇÃO DE ADUBO EM SOLO. AF_05/2018	M2	-	-	-	-
1.2.3 GUIA DE CONTENÇÃO								R\$ -
SINAPI	94277	0	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 80X08X08X25 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	-	-	-	-
OU								
SINAPI	94273	0	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	-	-	-	-
1.3 VEGETAÇÃO*								R\$ -
-	-	0	-	-	-	-	-	-
1.4 RECORTE DE GUIA (ENTRADA DE ESCOAMENTO E SAÍDA DO FLUXO EXISTENTE)*								R\$ -
SINAPI	104796	0	DEMOLIÇÃO DE GUIAS, SARJETAS OU SARJETÕES, DE FORMA MECANIZADA, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023	M	-	-	-	-
1.5 TUBULAÇÃO (SAÍDA DE FLUXO EXCEDENTE)*								R\$ -
CDHU	4602050	0	Tubo de PVC rígido branco PxB com virola e anel de borracha, linha esgoto série normal, DN= 50 mm, inclusive conexões	M	-	-	-	-
CDHU	4602060	0	Tubo de PVC rígido branco PxB com virola e anel de borracha, linha esgoto série normal, DN= 75 mm, inclusive conexões	M	-	-	-	-
TOTAL s/ BDI								R\$ -
BDI adotado: 25,00%								R\$ 0,00
VALOR TOTAL C/ BDI								R\$ -

Notas:

*Serviços preliminares: os itens de demolição mecanizada de concreto e transporte de entulho somente entrarão no orçamento no caso da instalação em calçada existente.

*Camada superior (filtrante): para a camada filtrante, verificar a porcentagem sugerida no caderno de tipologias para cada item.

*Terra orgânica comum: caso o solo existente for de boa qualidade, poderá ser optado pela reutilização do mesmo no preenchimento da camada superior.

*Recorte de guia: A medida do recorte da guia deverá ser estipulada pelo projetista.

*Vegetação: Para o item de vegetação, consultar a lista de espécies vegetais para biovaleta contida no caderno de tipologias.

*Tubulação (saída do fluxo excedente): A tubulação perfurada é opcional, consultar caderno de tipologias.

Nota:

A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha "Biovaleta" deste Caderno de Tipologias. Os códigos facilitam o preenchimento da planilha na data da aplicação da tipologia, mantendo assim seu custo sempre atualizado.

Eixo - Manejo de Águas Pluviais - Drenagem - Biovaleta

Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade

Obs: Vegetação não inclusa, identificar a espécie e adicionar na planilha acima.



EIXO



MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

TIPOLOGIA

DRENAGEM

APLICAÇÃO

CANTEIRO DE CHUVA



CANTEIRO DE CHUVA

Canteiros de Chuva podem ser considerados “jardins de chuva em caixas”, como recipientes impermeáveis, realizados com concreto, metal, madeira plástica, entre outros. Podem ser constituídos em diversas dimensões e formatos. Se dividem em duas modalidades:

a) Canteiros de chuva infiltrantes: contemplam somente as envoltórias laterais, de modo a permitir a infiltração inferior no solo, por gravidade, das águas pluviais captadas.

b) Canteiros de chuva não infiltrantes: com empenas laterais e que apresentam fundo estanque impermeável, contando somente com a evaporação, evapotranspiração e transbordamento dos fluxos e são adequados a situações não propícias a infiltração, tais quais localizações próximas a edificações ou fundações, com limitações por contaminação do solo existente — com existência de postos de abastecimento de veículos, áreas industriais, de carga, descarga e estocagem, poços ou com lençol frático alto, por exemplo — ou restritas à absorção como solos excessivamente argilosos, latossolos, solapáveis, bem como rochas rasas ou encostas íngremes, aterros ou terrenos passíveis de deslizamento.

Localização Estratégica

Estacionamentos e ruas com alta taxa de impermeabilização do solo e/ou com incidência de casos de alagamento, a fim de aumentar a captação da água e direcioná-la a rede de drenagem ou bacias hidrográficas. Podem também receber águas conduzidas de coberturas.

As **dimensões** para instalação da Canteiro de Chuva devem ser calculadas por um profissional adequado de acordo com o **Memorial de Cálculo** presente nesse caderno.



Imagem: Carol Prado. Programa Gentileza Urbana (Prefeitura de São Paulo).

Características Técnicas

Implantação de tubulação perfurada de drenagem inferior, para transbordamento ou condução do excedente das águas para dispositivos externos, tais como relativos a sistemas locais existentes e com canalização extravasora ou “ladrão”, associada à tubulação inferior.

Plantio preferencialmente de espécies nativas, resistentes a períodos de estiagem e à presença de água em suas bases.

Podem ser ligados em série ou em conjunto a elementos de drenagem ecológica.

Aconselhável que haja margens de proteção, acima do nível do piso, com altura de em torno de 12cm, detectáveis por bengalas, por pessoas com visão reduzida, ou cercas de 60cm de altura.

Para canteiros em estacionamentos, a largura preconizada é de em torno de 90cm, contando com espaço livre para caminhar, com por volta de 1,65m de largura.

Seu dimensionamento deve se ater às variáveis locais de tipo de solo e respectiva capacidade de infiltração, intensidade pluviométrica, tempo de retorno e duração da chuva de projeto, coeficiente de escoamento superficial, área de contribuição, vazão de extravasão e, portanto, definição da capacidade de volume a comportar e escoar.

Máxima declividade de um canteiro: 0,5% em qualquer direção.

O alagamento proveniente de eventos chuvosos deve ser escoado ou infiltrado em até 48 horas, no máximo 72 horas, para evitar a proliferação de insetos e vetores.

É recomendada a escarificação do solo sob Canteiros de Chuva Infiltrantes, na profundidade de 15 a 30cm, para melhorar as condições de infiltração.

O escoamento a partir da rua pode se dar por cortes no meio-fio ou tubulação, ou diretamente, em casos sem a presença de meios-fios.

Paredes laterais (que acomodam as camadas de solo drenante de pedras para filtração) devem ser estanques para evitar a infiltração externa e projetadas para suportar as tensões ocasionadas pelo trânsito de veículos ou de pedestres, sendo, por vezes, necessário realizar a construção de estruturas como sapatas.

No caso da presença de camada filtrante e de reservação, algumas referências indicam a instalação de manta geotêxtil abaixo da camada filtrante para evitar colmatação, porém outras referências afirmam que a manta apressa a colmatação e exige maior manutenção.

Se Canteiros de Chuva Infiltrantes, devem ser instalados sem a presença de infraestruturas no subsolo imediatamente inferior e à distância mínima de 3 metros em relação a fundações e edificações, bem como guardar altura livre de, no mínimo, 1,20m em relação ao nível do lençol freático existente.

Para a camada drenante inferior de fundo, de detenção, recomenda-se sua realização com pedras devidamente lavadas em toda extensão e a instalação de tubulação de drenagem no sentido longitudinal, com inclinação de 0,1% em direção à caixa de drenagem, podendo também haver camada intermediária de areia lavada, abaixo da camada plantante de solo misturado a areia e composto orgânico.

Altura máxima alagável de 12cm, para evitar acidentes, e largura mínima útil de 70 cm.

1 ERRADICAÇÃO
DA POBREZA



2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



3 SAÚDE E
BEM-ESTAR



6 ÁGUA POTÁVEL
E SANEAMENTO



8 TRABALHO DECENTE
E CRESCIMENTO
ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO
E INFRAESTRUTURA



11 CIDADES E
COMUNIDADES
SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E
PRODUÇÃO
RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A
MUDANÇA GLOBAL
DO CLIMA



14 VIDA NA
ÁGUA



15 VIDA
TERRESTRE



17 PARCERIAS E MEIOS
DE IMPLEMENTAÇÃO





CANTEIRO DE CHUVA

Canteiro de Chuva Infiltrante

Implementação

- A. Realização de escarificação do solo previamente, abaixo da camada de pedra a instalar, para intensificar a capacidade de infiltração;
- B. Realização de impermeabilização nas paredes laterais construídas ou pré-fabricadas, para evitar infiltração de água no solo adjacente e sua eventual comaltação;
- C. Realização do preenchimento mediante camadas:

Inferior: instalação de camada de retenção de água, preenchida com pedras lavadas ou material poroso, com tubulação drenante perfurada para extravasão, preferencialmente dupla. Realização de instalação de dispositivo extravasor acoplado à tubulação de descarga, para saída do excedente de fluxo, ou “ladrão”.

Intermediária: instalação de camada de areia grossa.

Superior: camada de meio poroso filtrante de mistura de solo — eventualmente o próprio existente —, areia e composto orgânico, em determinadas proporções (por exemplo, 60%, 30% e 10%, respectivamente), na qual se realiza o plantio, preferencialmente de espécies nativas, resistentes a períodos de estiagem, bem como à presença de água em suas bases; proteção final da superfície superior com material vegetal morto, como cascas de madeira ou serapilheira;

D. Definição pelo uso ou não de manta geotêxtil. Caso sim, implantação da mesma, logo abaixo da camada superior de plantio.

Características Técnicas

Contemplam somente envoltórias laterais, de modo a permitir a infiltração inferior no solo, das águas pluviais captadas.

Devem ser instalados sem a presença de infraestruturas no subsolo imediatamente inferior: distância mínima de 3 metros em relação a fundações e edificações;

Guardar altura livre de, no mínimo, 1,20m em relação ao nível do lençol freático existente;

É importante realizar a escarificação do solo existente abaixo da camada de pedra para intensificar a capacidade de infiltração.



Imagem: Adaptado a partir de City of Portland, Oregon, c2023, p. 1.

Canteiro de Chuva Filtrante

Implementação

- A. Realização de impermeabilização das paredes laterais e da base de fundo do canteiro para evitar infiltração de água no solo;
- B. Realização do preenchimento mediante camadas:

Inferior: instalação de camada de retenção de água, preenchida com pedras lavadas ou material poroso, com tubulação drenante perfurada para extravasão, preferencialmente dupla. Realização da instalação de dispositivo extravasor, acoplado à tubulação de descarga, para saída do excedente de fluxo, ou “ladrão”.

Intermediária: instalação de camada de areia grossa lavada.

Superior: camada de meio poroso filtrante de mistura de solo — eventualmente o próprio existente —, areia e composto orgânico, em determinadas proporções (por exemplo, 60%, 30% e 10%, respectivamente), na qual se realiza o plantio, preferencialmente de espécies nativas, resistentes a períodos de estiagem, bem como à presença de água em suas bases; proteção final da superfície superior com material vegetal morto, como cascas de madeira ou serapilheira;

C. Definição pelo uso ou não de manta geotêxtil. Caso sim, implantação da mesma, logo abaixo da camada superior de plantio.

Características Técnicas

Para elementos filtrantes

Optar quando:

- Altura de lençol freático próxima a 60cm do fundo da instalação;
- Distância inferior a 1,65m de infraestruturas subterrâneas;
- Quando em áreas com solo ou subsolo contaminado;
- Próximos de até 3km de uma nascente ou poço;
- Em potenciais pontos críticos de drenagem;
- Próximos a postos de combustível, áreas industriais e de carga e descarga de locais de estocagem;
- Em declividades superiores a 10% ou passíveis de deslizamento; em áreas de aterros realizados a menos de cinco anos ou fortemente compactados;
- Sobre áreas rochosas de calcário erodido;
- Em áreas de possível derramamento;
- A distância menor do que 3 metros de uma edificação, sob gárgulas de coberturas ou ao pé de muros ou paredes.

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA



2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



3 SAÚDE E BEM-ESTAR



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



14 VIDA NA ÁGUA



15 VIDA TERRESTRE



17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO





CANTEIRO DE CHUVA

Possíveis Desafios

Promoção de adesão comunitária para a devida compreensão dos sistemas e sua proteção, para o que se sugere ampla participação social.

Realização de capacitação técnica de equipes municipais e contar com a colaboração especializada caso a caso, para diagnóstico, projeto executivo, execução de obras e acompanhamento pós-obra.

Utilização de elementos de publicização e sinalização dos sistemas, mantendo-os permanentemente em bom estado e boa condição de legibilidade.

Atenção estrita às questões referentes ao Manual técnico como um todo, incluindo as Fichas de Aplicação e realizar os devidos testes e cálculos respectivos a cada aplicação, tendo em conta as condicionantes locais, oportunidades de implantação e limites, contando com a avaliação técnica profissional multidisciplinar.

O cálculo da área alagável, das alturas da camada plantante e da eventual camada de reservação, devem obedecer às condicionantes pluviométricas e geológicas de cada instalação, realizada mediante cálculos profissionais.

Seleção de localização adequada para cada aplicação, considerando suas especificidades e adequação ao contexto.

Manutenção de plena acessibilidade e segurança públicas.

Etapas de Implementação

1 - Definição do local de implantação

Devem ser observadas as normas e regulações urbanísticas locais e realizadas solicitações de autorização quando necessárias.

2 - Definição do tipo de aplicação

Definição do tipo de canteiro a ser implantado: filtrante (impermeável) ou infiltrante(permeável).

3 - Diagnósticos, cálculos e projetos

Realização de diagnósticos gerais, tais como geológicos, pluviométricos e de escoamento, das condições locais, realização de cálculos técnicos profissionais para projeto executivo completo.

4 - Preparo do local

Modificação da calçada e abertura das valas.

5 - Elementos de contenção

Construção ou instalação (no caso de pré-fabricação) de empenas laterais como guias contenção do solo, para evitar recalques, com sapatas, se necessário, ou caixas, no caso de canteiros não filtrantes, estanques.

Manutenção e Gestão

Verificação e o acompanhamento das condições gerais e da efetividade do sistema de captação, retenção, transbordamento e destinação da água;

Acompanhamento do desempenho do equipamento, em especial com respeito à drenagem, que deve se dar no período entre 24 a 72 horas, de modo a evitar a proliferação de vetores e doenças;

Verificação periódica e manutenção da estrutura de entrada de fluxo e extravasão ou transbordamento. Em caso de entupimento, realizar a verificação e manutenção da tubulação drenante inferior, se houver, para garantir que a drenagem das águas excedentes ocorra entre 24 a até 72 horas;

Verificação de eventual colmatação do sistema;

A manutenção e gestão deve ser de responsabilidade do poder público, no entanto pode haver pactos de compartilhamento por

6 - Tubulação

Instalação ao fundo da tubulação perfurada para captação do volume de água excedente e destinação a sistema externo e instalação de tubulação acoplada de de extravasão, ou "ladrão".

7 - Preenchimento de camadas

Preenchimento de camada inferior de pedras lavadas, seixos ou similares, de camada intermediária de areia lavada e da camada de mistura de solo, areia e composto orgânico, na proporção, por exemplo, de 60%, 30% e 10%, respectivamente.

8 - Manta geotêxtil

Definição pelo uso ou não de manta geotêxtil. Caso sim, implantação da mesma abaixo do solo plantante.

9 - Vegetação

Plantio de espécimes escolhidos, preferencialmente plantas nativas e resistentes a períodos de seca e à presença de água em suas bases.

10 - Camada de proteção

Preenchimento superior com camada fina de matéria orgânica morta para preservação da umidade do solo.

iniciativa das comunidades envolvidas, o que, em geral, possibilita maior efetividade para o sucesso da iniciativa;

Manutenção sazonal das plantas selecionadas para biorretenção e filtragem, bem como limpeza superficial do equipamento.

Ganhos

- São recursos paisagísticos de drenagem sustentável ou ecológica, que oferecem habitat à biota, como a pássaros e insetos polinizadores.
- Reduzem as vazões de pico, retardando a condução de volumes e recarregando o lençol freático, quando infiltrantes. Podem promover a condução de fluxos excedentes ao sistema de drenagem existente.
- A remoção de poluentes difusos se dá por processos bio-químico-físicos naturais, especialmente pela atuação da comunidade biológica de microrganismos e bactérias presentes na zona de raízes das plantas e no solo e por atuação das plantas, que também procedem à evapotranspiração.





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Canteiro de Chuva

1. Erradicação da pobreza



1.4 Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo microfinanças

1.5 Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais, reciclagem e as tecnologias de reuso

2. Fome zero e agricultura sustentável



2.4 Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo

3. Saúde e bem estar



3.2 Até 2030, acabar com as mortes evitáveis de recém-nascidos e crianças menores de 5 anos, com todos os países objetivando reduzir a mortalidade neonatal para pelo menos 12 por 1.000 nascidos vivos e a mortalidade de crianças menores de 5 anos para pelo menos 25 por 1.000 nascidos vivos

3.3 Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis

3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo

6. Água potável e saneamento



6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

12. Consumo e produção responsáveis



12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água



14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Canteiro de Chuva

15. Vida terrestre



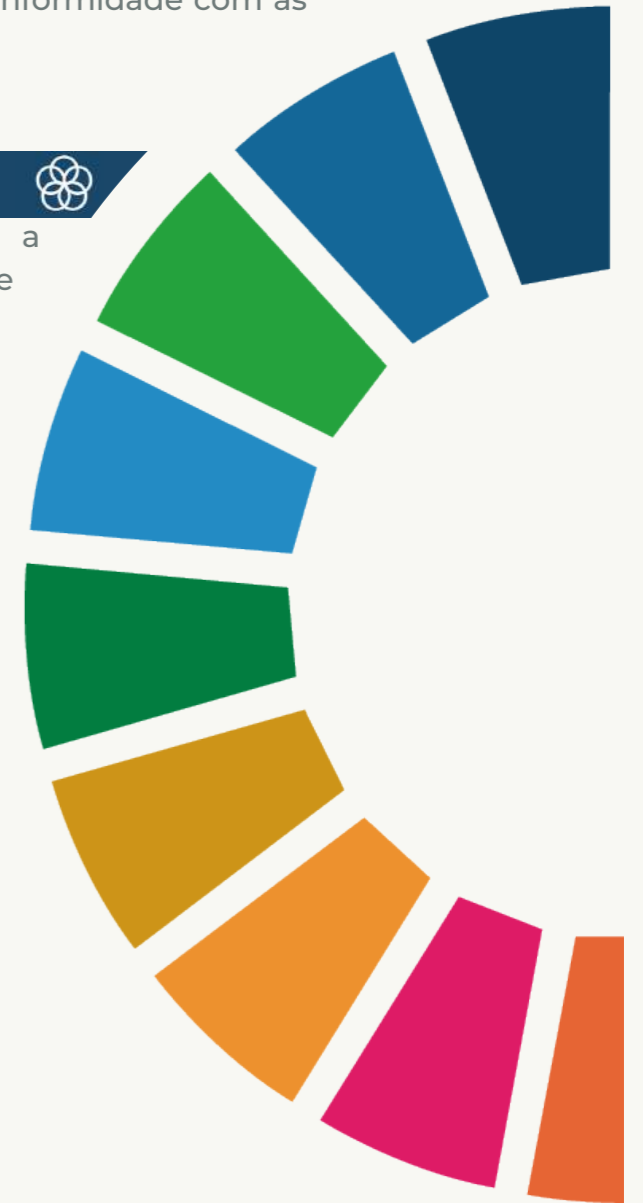
15.1 Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais

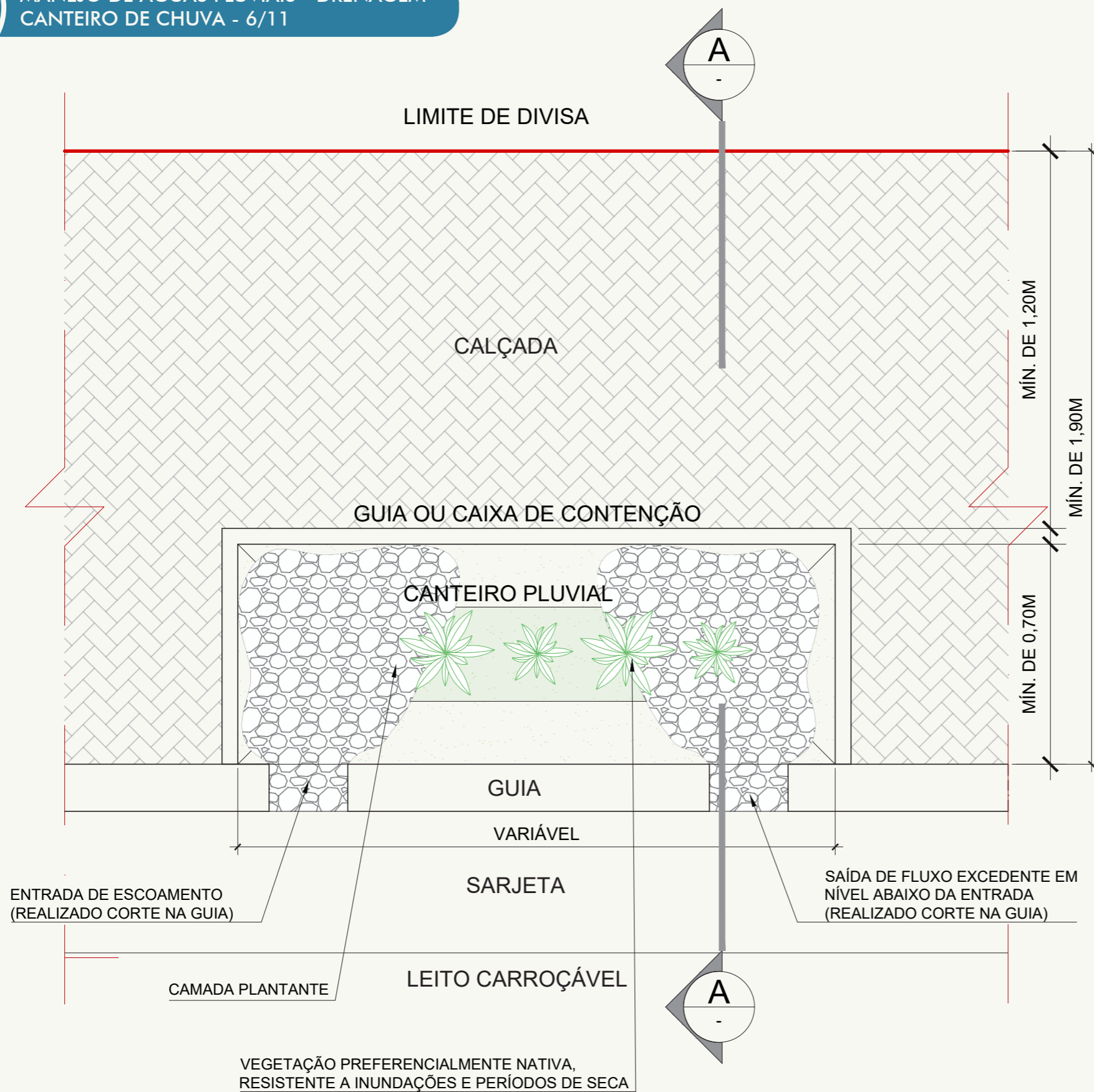
17. Parcerias e meios de implementação



17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado

17.16 Reforçar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, complementada por parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem conhecimento, expertise, tecnologia e recursos financeiros, para apoiar a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento





NOTAS:

1- O VALOR MÍNIMO DA LARGURA É DE 0,70M E O COMPRIMENTO É VARIÁVEL.

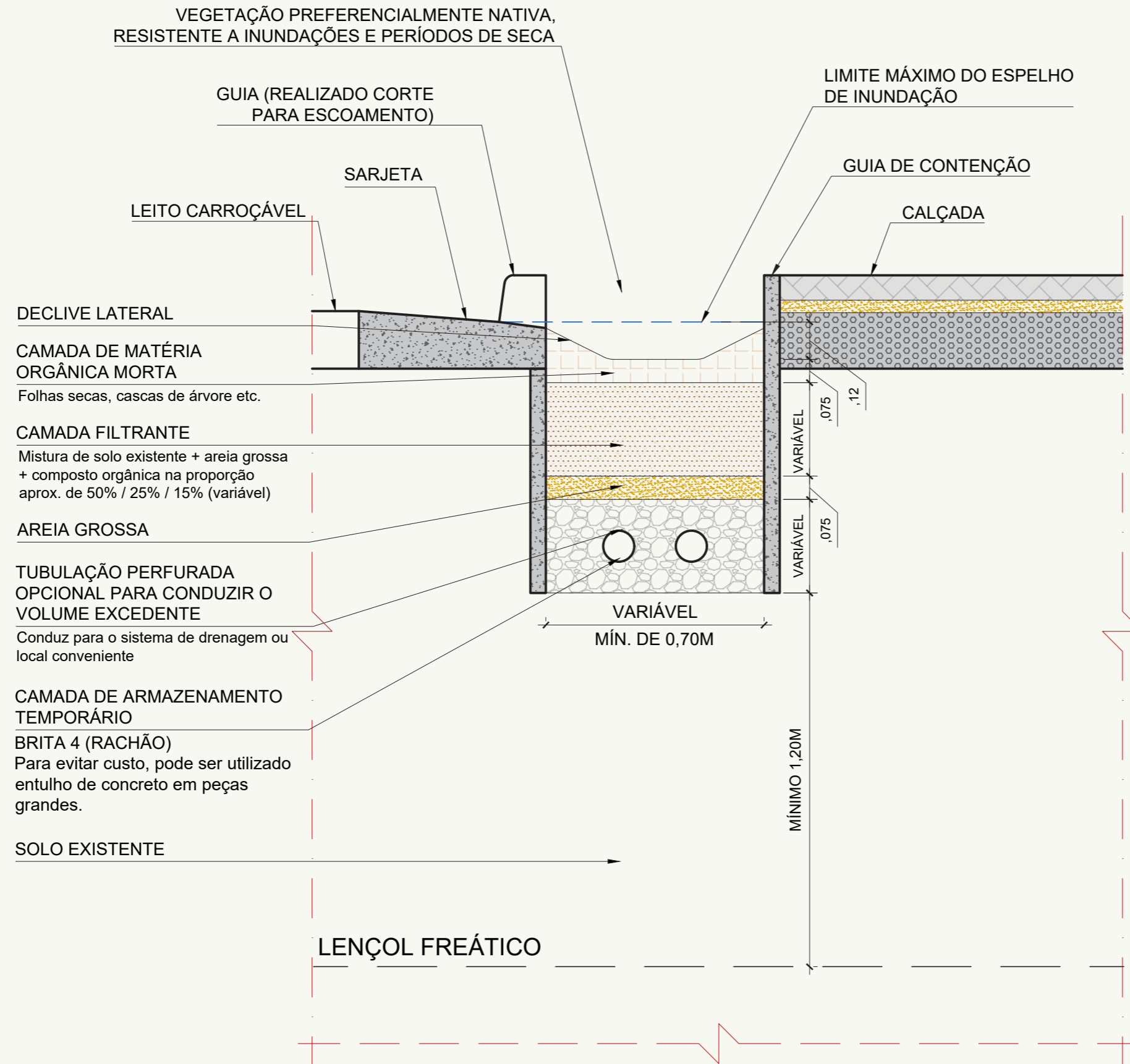
2- PARA A IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO DE CHUVA É NECESSÁRIO QUE O FUNDO DO MESMO ESTEJA NO MÍNIMO A 1,20 METROS DO LENÇOL FREÁTICO E A UMA DISTÂNCIA DE 3 METROS DE FUNDAÇÕES DE EDIFICAÇÕES.

3- PARA AS MEDIDAS VARIÁVEIS, VERIFICAR MEMÓRIA DE CÁLCULO NESTE CADERNO.

4- PLANTAÇÃO DE VEGETAÇÃO PREFERENCIALMENTE NATIVA, RESISTENTE A INUNDAÇÕES E PERÍODOS DE SECA.

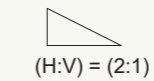
VISTA SUPERIOR - CANTEIRO DE CHUVA (FILTRANTE OU INFILTRANTE)

SEM ESCALA



NOTAS:

1- PARA OS DECLIVES LATERAIS, SEGUIR A PROPORÇÃO INDICADA ABAIXO:



2- A ALTURA DO ESPELHO DE INUNDAÇÃO É VARIÁVEL, MAS ESTÁ SENDO CONSIDERADO 12CM PARA EVITAR AFOGAMENTO.

3- O VALOR MÍNIMO DA LARGURA É DE 0,70M E O COMPRIMENTO É VARIÁVEL.

4- A ALTURA, LARGURA E COMPRIMENTO DA GUIA DE CONTENÇÃO É VARIÁVEL.

5- EVENTUALMENTE É NECESSÁRIO QUE HAJA UMA FUNDAÇÃO PARA A GUIA DE CONTENÇÃO, AMBAS DEVEM SER AVALIZADAS E CALCULADAS PELO ENGENHEIRO RESPONSÁVEL.

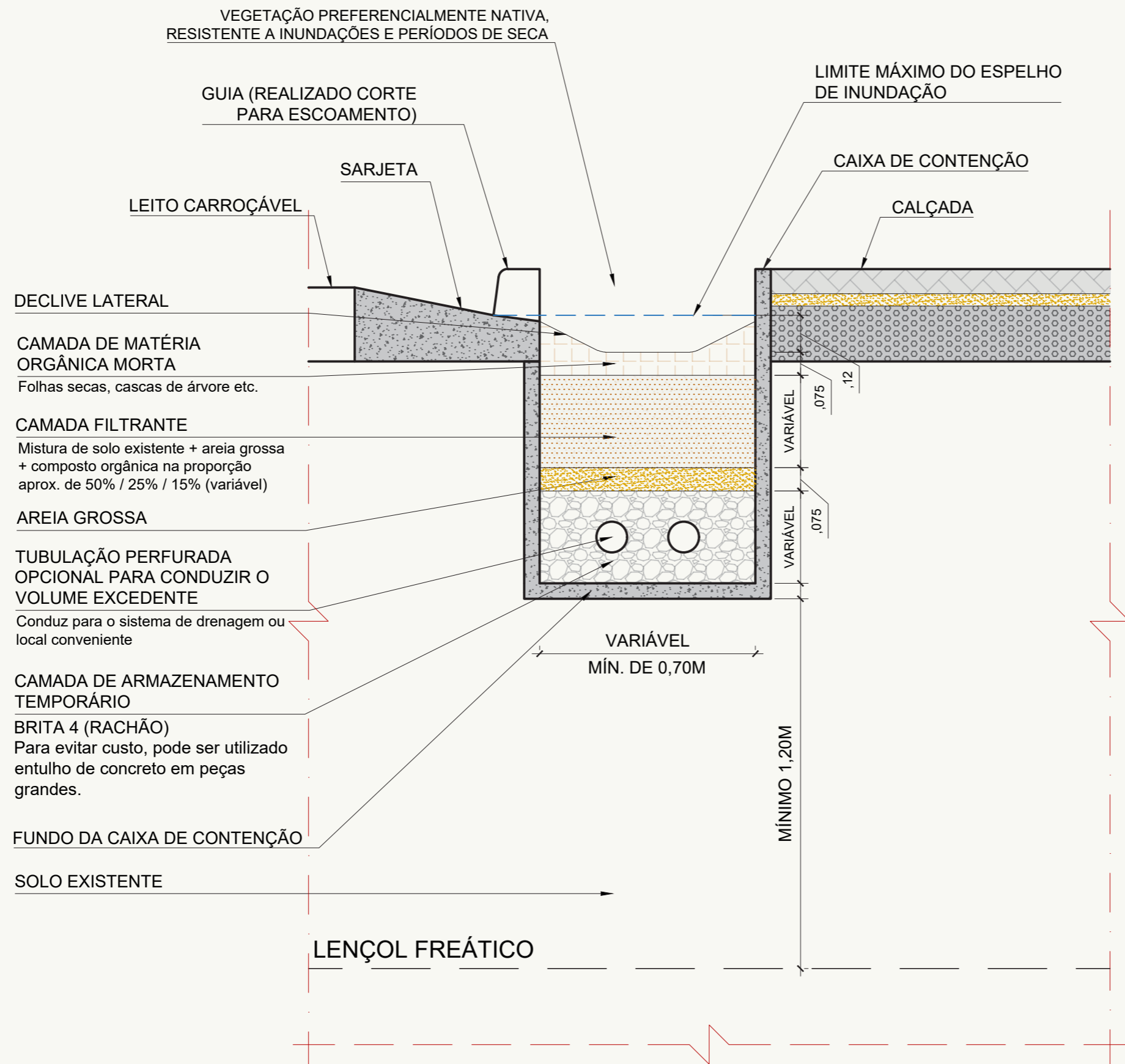
6- PARA A IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO DE CHUVA É NECESSÁRIO QUE O FUNDO DO MESMO ESTEJA NO MÍNIMO A 1,20 METROS DO LENÇOL FREÁTICO E A UMA DISTÂNCIA DE 3 METROS DE FUNDAÇÕES DE EDIFICAÇÕES.

7- PARA AS MEDIDAS VARIÁVEIS, VERIFICAR MEMÓRIA DE CÁLCULO NESTE CADERNO.

8- PLANTAÇÃO DE VEGETAÇÃO PREFERENCIALMENTE NATIVA, RESISTENTE A INUNDAÇÕES E PERÍODOS DE SECA.

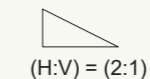
CORTE AA - CANTEIRO DE CHUVA INFILTRANTE

SEM ESCALA



NOTAS:

1- PARA OS DECLIVES LATERAIS, SEGUIR A
PROPORÇÃO INDICADA ABAIXO:



2- A ALTURA DO ESPELHO DE INUNDAÇÃO É
VARIÁVEL, MAS ESTÁ SENDO CONSIDERADO 12CM
PARA EVITAR AFOGAMENTO.

3- O VALOR MÍNIMO DA LARGURA É DE 0,70M E O
COMPRIMENTO É VARIÁVEL.

4- A ALTURA, LARGURA E COMPRIMENTO DA CAIXA
DE CONTENÇÃO É VARIÁVEL.

5- A CAIXA DE CONTENÇÃO DEVE SER AVALIZADA E
CALCULADA PELO ENGENHEIRO RESPONSÁVEL.

6- PARA A IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO DE CHUVA É
NECESSÁRIO QUE O FUNDO DO MESMO ESTEJA NO
MÍNIMO A 1,20 METROS DO LENÇOL FREÁTICO.

7- PARA AS MEDIDAS VARIÁVEIS, VERIFICAR
MEMÓRIA DE CÁLCULO NESTE CADERNO.

8- PLANTAÇÃO DE VEGETAÇÃO
PREFERENCIALMENTE NATIVA, RESISTENTE A
INUNDAÇÕES E PERÍODOS DE SECA.

CORTE AA - CANTEIRO DE CHUVA FILTRANTE

SEM ESCALA



LISTA DE ESPÉCIES VEGETAIS PARA CANTEIRO DE CHUVA

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FORMA DE VIDA	ORIGEM	SUBSTRATO	BIORRETENÇÃO *	FITORREMEDIÇÃO
Orelha-de-elefante-gigante, taiá-rio-branco, taioba	<i>Alocasia macrorrhizos</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Singônio	<i>Syngonium angustatum</i>	Semi-herbácea	Nativa	Hemiepífita	X	
Aspargo-pendente, aspargo-ornamental, aspargo	<i>Asparagus densiflorus</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Espada-de-são-Jorge, língua-de-sogra, sanseviéria, rabo-de-lagarto	<i>Sansevieria trifasciata</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Lambari-roxo, lambari, trapoeraba, judeu-errante	<i>Zebrina purpusii</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Dicondra, dinheiro-em-penca	<i>Dichondra microcalyx</i>	Herbácea	Incerta	Terrestre	X	
Capim-palmeira, curculigo	<i>Curculigo capitulata</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Moreia-bicolor, dietes, moreia	<i>Dietes bicolor</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Pseudo-íris-azul; lírio-roxo-das-pedras, falso-íris	<i>Neomarica caerulea</i>	Semi-herbácea	Nativa	Terrestre, Rupícula	X	
Dianela, dracena-guarda-chuva	<i>Dianella ensifolia</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Lírio-de-um-dia, hemerocale, lírio-de-são-josé, lírio	<i>Hemerocalis x hybrida</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	X
Lambari-roxo, lambari, trapoeraba, judeu-errante	<i>Zebrina purpusii</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Malmequer, vedélia, picão-da-praia	<i>Wedelia paludosa</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre	X	
Picão-branco, fazendeiro	<i>Galinsoga parviflora</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Girassol	<i>Helianthus annuus</i>	Herbácea e substrato	Exótica, Cultivada	Terrestre		X
Solidago	<i>Solidago sp</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre		X

* Biorretenção de óleos e graxas, matéria orgânica, nitrato, nitrito, Fe Zn, Cu e Cd, e SDT

Fonte: Pinheiro, 2017.

As espécies foram determinadas como adequadas à cidade de São Paulo.



LISTA DE ESPÉCIES VEGETAIS PARA CANTEIRO DE CHUVA

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FORMA DE VIDA	ORIGEM	SUBSTRATO	BIORRETENÇÃO *	FITORREMEDIAÇÃO
Caatinga, cana-branca, jacuanga, cana-de-macaco	<i>Costus spiralis</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre	X	
Espada-de-são-Jorge, língua-de-sogra, sanseviéria, rabo-de-lagarto	<i>Heliconia psittacorum</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre	X	
Maranta-cinza, tenante	<i>Ctenanthe setosa</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre	X	
Lutiela	<i>Alternanthera brasiliana</i>	Subarbusto e herbácea semiereta	Nativa	Terrestre	X	
Gramma	<i>Festuca L</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre		X
Gramma-inglesa, grama de jardim, grama-santo-agostinho	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre		X
Gramma-missioneira, grama-tapete, grama-sempre-verde	<i>Axonopus compressus</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre		X
Vertiver, capim-vertiver, pachuli	<i>Vertivera zizanioides</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre		X
Milho	<i>Zea mays</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre		X
Mostarda-da-índia	<i>Brassica juncea</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre		X
Alamanda amarela, carolina, dedal-de-dama, alamanda, dedal-de-princesa	<i>Allamanda cathartica</i>	Arbusto/Liana/Volúvel/Trepadeira	Nativa	Terrestre	X	
Capim-palmeira, curculigo	<i>Senna obtusifolia</i>	Arbusto, Subarbusto	Nativa	Terrestre		X

* Biorretenção de óleos e graxas, matéria orgânica, nitrato, nitrito, Fe Zn, Cu e Cd, e SDT

Fonte: Pinheiro, 2017.

As espécies foram determinadas como adequadas à cidade de São Paulo.



BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOTADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I								
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL
1 EIXO: MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS - TIPOLOGIA: DRENAGEM - TIPOLOGIA APLICADA: CANTEIRO DE CHUVA								
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES*								R\$ -
CDHU	301220	-	Demolição mecanizada de concreto simples, inclusive fragmentação, carregamento, transporte até 1 quilômetro e descarregamento*	M3	-	-	-	-
CDHU	508060	-	Transporte de entulho, para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km*	M3	-	-	-	-
CDHU	601020	-	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em campo aberto	M3	-	-	-	-
CDHU	510022	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km	M3	-	-	-	-
1.2 EXECUÇÃO DO CANTEIRO DE CHUVA (PREENCHIMENTO DA VALA)								R\$ -
1.2.1 CAMADA INFERIOR E INTERMEDIÁRIA								R\$ -
CDHU	805100	-	Dreno com pedra britada	M3	-	-	-	-
CDHU	805110	-	Dreno com areia grossa	M3	-	-	-	-
CDHU	805190	-	Manta geotêxtil com resistência à tração longitudinal de 16kN/m e transversal de 14kN/m	M2	-	-	-	-
1.2.2 CAMADA SUPERIOR (FILTRANTE)*								R\$ -
CDHU	3401010	-	Terra vegetal orgânica comum*	M3	-	-	-	-
CDHU	805110	-	Dreno com areia grossa	M3	-	-	-	-
SINAPI	98520	-	APLICAÇÃO DE ADUBO EM SOLO. AF_05/2018	M2	-	-	-	-
1.2.3 GUIA DE CONTENÇÃO								R\$ -
SINAPI	94277	-	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 80X08X08X25 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	-	-	-	-
OU								
SINAPI	94273	-	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	-	-	-	-
1.2.4 IMPERMEABILIZAÇÃO*								R\$ -
CDHU	3216050	-	Impermeabilização em membrana à base de polímeros acrílicos, na cor branca	M2	-	-	-	-
1.3 VEGETAÇÃO*								R\$ -
-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.4 TUBULAÇÃO (SAÍDA DE FLUXO EXCEDENTE)*								R\$ -
CDHU	4602050	-	Tube de PVC rígido branco PxB com virola e anel de borracha, linha esgoto série normal, DN= 50 mm, inclusive conexões	M	-	-	-	-
CDHU	4602060	-	Tube de PVC rígido branco PxB com virola e anel de borracha, linha esgoto série normal, DN= 75 mm, inclusive conexões	M	-	-	-	-
TOTAL s/ BDI								R\$ -
BDI adotado: 25,00%								0
VALOR TOTAL C/ BDI								R\$ -

Nota:

A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha “Canteiro de Chuva” deste Caderno de Tipologias.

Os códigos facilitam o preenchimento da planilha na data da aplicação da tipologia, mantendo assim seu custo sempre atualizado.

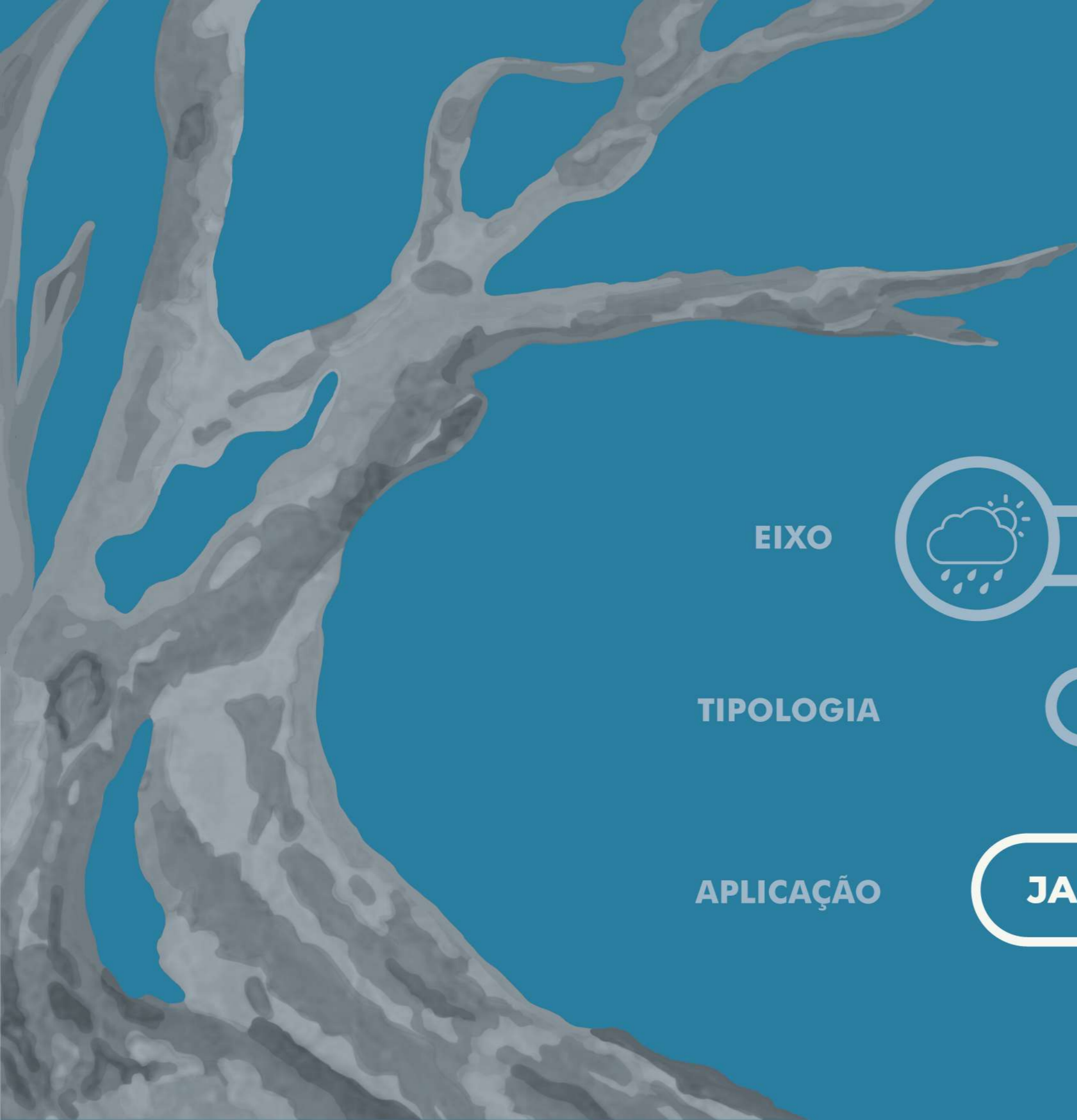
Eixo - Manejo de Águas Pluviais - Drenagem - Canteiro de Chuva

Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade

Obs: Vegetação não inclusa, identificar a espécie e adicionar na planilha acima.

Notas:

- *Serviços preliminares: os itens de demolição mecanizada de concreto e transporte de entulho somente entrarão no orçamento no caso da instalação em calçada existente.
- *Camada superior (filtrante): para a camada filtrante, verificar a porcentagem sugerida no caderno de tipologias para cada item.
- *Terra orgânica comum: caso o solo existente for de boa qualidade, poderá ser optado pela reutilização do mesmo no preenchimento da camada superior.
- *Impermeabilização: A impermeabilização é necessária quando o jardim for construído próximo a construções.
- *Vegetação: Para o item de vegetação, consultar a lista de espécies vegetais para canteiro de chuva contida no caderno de tipologias.
- *Tubulação (saída do fluxo excedente): A tubulação perfurada é opcional, consultar caderno de tipologias.



EIXO



MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

TIPOLOGIA

DRENAGEM

APLICAÇÃO

JARDIM DE CHUVA



JARDIM DE CHUVA

Jardins de Chuva são canteiros relativamente pequenos ou médios, cujo preenchimento se dá por meio poroso filtrante de mistura de solo, areia e composto orgânico, no qual se realiza o plantio de espécies, preferencialmente nativas, com capacidade de suportar regimes de seca, bem como inundação de suas raízes. Se destinam a capturar, tratar, armazenar temporariamente e infiltrar o escoamento de águas pluviais de modo próximo à sua origem, reduzindo as vazões de pico, retardando a condução de volumes e recarregando o lençol freático, além de poder conduzir o fluxo excedente ao sistema de drenagem existente.

As **dimensões** para instalação do Jardim de Chuva devem ser calculadas por um profissional adequado de acordo com o **Memorial de Cálculo** presente nesse caderno.

Localização Estratégica

Podem ser instalados em áreas livres internas a lotes particulares ou em espaços públicos, com bermas ao redor ou eventualmente articulados a elementos prévios envoltórios, como guias, calçadas, pisos, ou afins. Devem ser tomadas precauções para evitar o solapamento do solo.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos



Imagem: Juliana Lins, editada por Ana Reis.

Características Técnicas

Podem ter morfologia variada, com formas geométricas ou orgânicas. Suas bordas laterais devem ter declive na proporção 2:1 (H:V), sendo envolvidos por bermas elevadas, em áreas livres, ou por elementos do urbanismo existente, e contar com a presença elementos de recepção do escoamento pluvial e de saída excedente, como “ladrão extravasor”.

Apresentam duas variações possíveis:

- elementos simples, sem detenção ou retenção de água por camadas inferiores de areia e/ou pedra, entulho ou outros materiais porosos, sendo a composição principal do meio filtrante, solo (frequentemente relativo à escavação local) misturado com areia e composto orgânico, em determinadas proporções;
- elementos da mesma natureza, porém acrescidos com camadas inferiores, constituídas de areia, pedra, ou materiais porosos semelhantes, capazes de detenção ou retenção de água, bem como tubulação drenante perfurada em sua base, para escoamento excedente, se necessário.

No caso da presença de camada filtrante e de reservação, algumas referências indicam a instalação de manta geotêxtil abaixo da camada filtrante para evitar colmatação, porém outras

referências afirmam que a manta apressa a colmatação e exige maior manutenção.

O alagamento proveniente de eventos chuvosos deve ser escoado ou infiltrado em até 48 horas, no máximo 72 horas, para evitar a proliferação de vetores.

Para evitar solapamento do solo, algumas referências indicam a instalação de manta impermeável nas laterais do Jardim de Chuva, para a infiltração se concentrar no fundo da aplicação.

Devem ser instalados sem a presença de infraestruturas no subsolo imediatamente inferior e à distância mínima de 3 metros em relação a fundações e edificações, bem como guardar altura livre de, no mínimo, 1,20m em relação ao nível do lençol freático existente.

São caracterizados por depressões para receber e reter o escoamento superficial das águas pluviais e, aos poucos, conduzir à sua absorção pelo solo, contendo um dispositivo de saída para volumes excedentes. Devem conter uma camada superior de cascas de árvores, serapilheiras ou material vegetal morto como proteção. As características das plantas devem observar a sua posição nos níveis internos do Jardim de Chuva.





JARDIM DE CHUVA

Possíveis Desafios

Promoção de adesão comunitária para a devida compreensão dos sistemas e sua proteção, para o que se sugere ampla participação social.

Realização de capacitação técnica de equipes municipais e contar com a colaboração especializada caso a caso, para diagnóstico, projeto executivo, execução de obras e acompanhamento pós-obra.

Utilização de elementos de publicização e sinalização dos sistemas, mantendo-os permanentemente em bom estado e boa condição de legibilidade.

Atenção estrita às questões referentes ao Manual técnico como um todo, incluindo as Fichas de Aplicação e realizar os devidos testes e cálculos respectivos a cada aplicação, tendo em conta as condicionantes locais, oportunidades de implantação e limites, contando com a avaliação técnica profissional multidisciplinar.

O cálculo da área alagável, das alturas da camada plantante e da eventual camada de reservação, deve obedecer às condicionantes pluviométricas e geológicas de cada instalação, realizada mediante cálculos profissionais.

Seleção de localização adequada para cada aplicação, considerando suas especificidades e adequação ao contexto.

Manutenção de plena acessibilidade e segurança públicas.

Etapas de Implementação

1 - Definição do local de implantação

Devem ser observadas as normas e regulações urbanísticas locais e realizadas solicitações de autorização quando necessárias.

2 - Diagnósticos, cálculos e projetos

Realização de diagnósticos gerais, tais como geológicos, pluviométricos e de escoamento, das condições locais, realização de cálculos técnicos profissionais para projeto executivo completo.

3 - Preparo do local

Modificação da calçada e abertura das valas.

4 - Tubulação

Instalação ao fundo da tubulação perfurada para captação do volume de água excedente e destinação a sistema externo.

5 - Preenchimento de camadas

Preenchimento de camada inferior de pedras, seixos ou similares, e da camada de mistura de solo, areia e composto orgânico, na proporção, por exemplo, de 60%, 30% e 10%, respectivamente.

6 - Manta geotêxtil

Definição pelo uso ou não de manta geotêxtil.

Manutenção e Gestão

Verificação e o acompanhamento das condições gerais e da efetividade do sistema de captação, retenção, transbordamento e destinação da água;

Acompanhamento do desempenho do equipamento, em especial com respeito à drenagem, que deve se dar no período entre 24 a 72 horas, de modo a evitar a proliferação de vetores e doenças;

Verificação periódica e manutenção da estrutura de entrada de fluxo e extravasão ou transbordamento. Em caso de entupimento, realizar a verificação e manutenção da tubulação drenante

Caso sim, implantação da mesma abaixo do solo plantante.

7 - Vegetação

Plantio de espécimes escolhidos.

8 - Camada de proteção

Preenchimento superior com camada fina de matéria orgânica morta para preservação da umidade do solo.

Ganhos

- São recursos paisagísticos de drenagem sustentável ou ecológica, que oferecem habitat à biota, como a pássaros e insetos polinizadores;
- Redução das vazões de pico, retardando a condução de volumes e recarregando o lençol freático;
- Condução de fluxos excedentes ao sistema de drenagem existente;
- Remoção de poluentes difusos por processos bio-químico-físicos, através da atuação de microrganismos e plantas.

inferior, se houver, para garantir que a drenagem das águas excedentes ocorra entre 24 a até 72 horas;

Verificação de eventual colmatação do sistema;

A manutenção e gestão deve ser de responsabilidade do poder público, no entanto pode haver pactos de compartilhamento por iniciativa das comunidades envolvidas, o que, em geral, possibilita maior efetividade para o sucesso da iniciativa;

Manutenção sazonal das plantas selecionadas para biorretenção e filtragem, bem como limpeza superficial do equipamento.





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Jardim de Chuva

1. Erradicação da pobreza



1.4 Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo microfinanças

1.5 Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais, reciclagem e as tecnologias de reuso

2. Fome zero e agricultura sustentável



2.4 Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo

3. Saúde e bem estar



3.2 Até 2030, acabar com as mortes evitáveis de recém-nascidos e crianças menores de 5 anos, com todos os países objetivando reduzir a mortalidade neonatal para pelo menos 12 por 1.000 nascidos vivos e a mortalidade de crianças menores de 5 anos para pelo menos 25 por 1.000 nascidos vivos

3.3 Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis

3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo

6. Água potável e saneamento



6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

12. Consumo e produção responsáveis



12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água



14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Jardim de Chuva

15. Vida terrestre



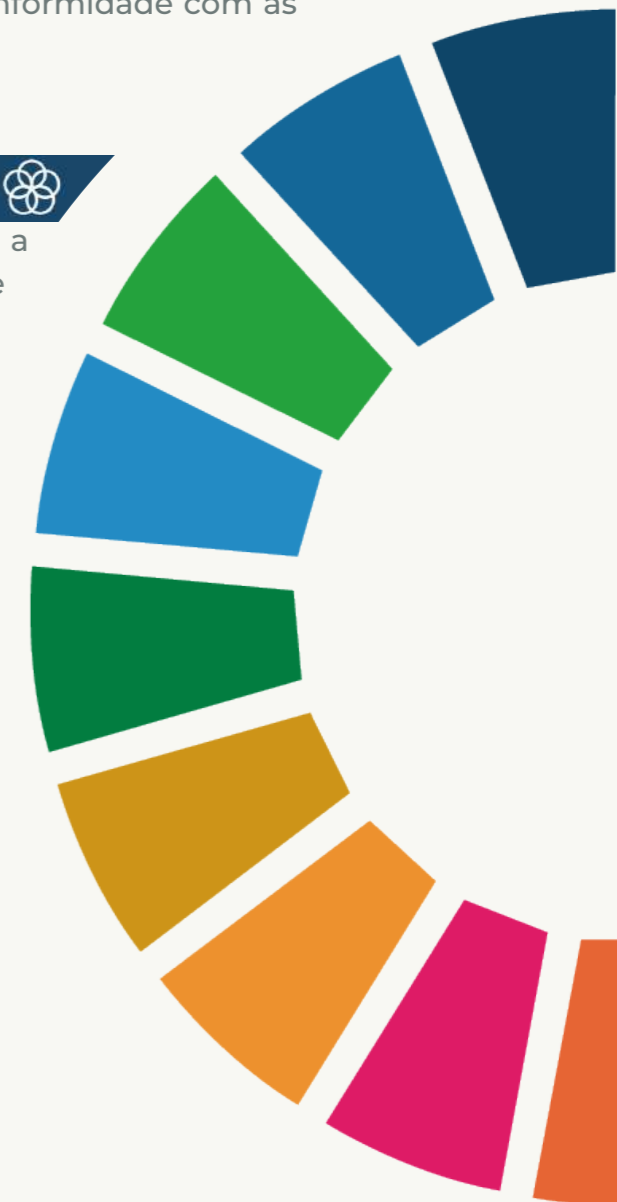
15.1 Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais

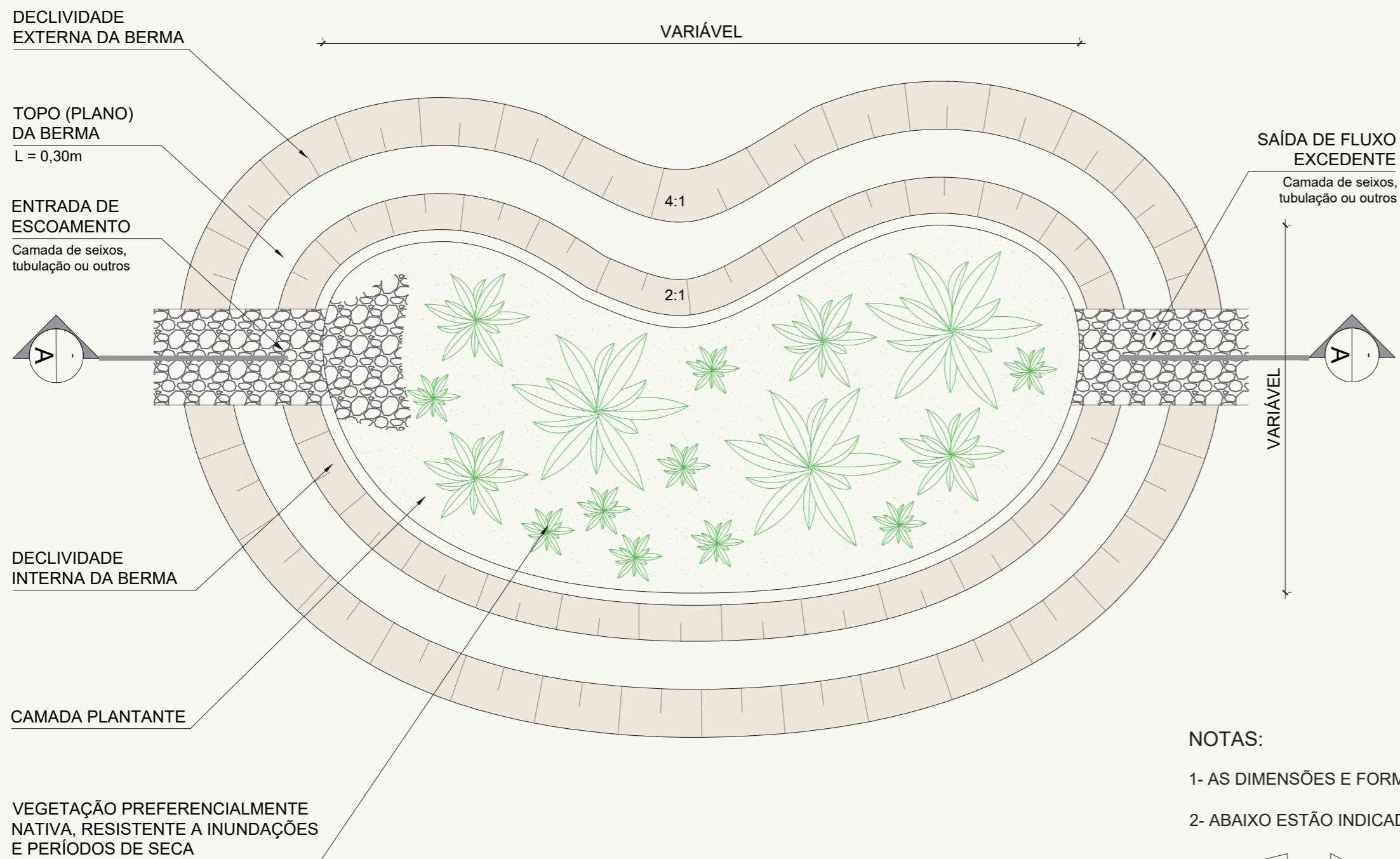
17. Parcerias e meios de implementação



17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado

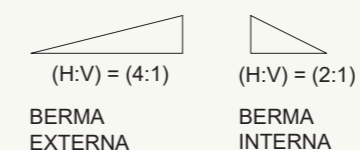
17.16 Reforçar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, complementada por parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem conhecimento, expertise, tecnologia e recursos financeiros, para apoiar a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento





NOTAS:

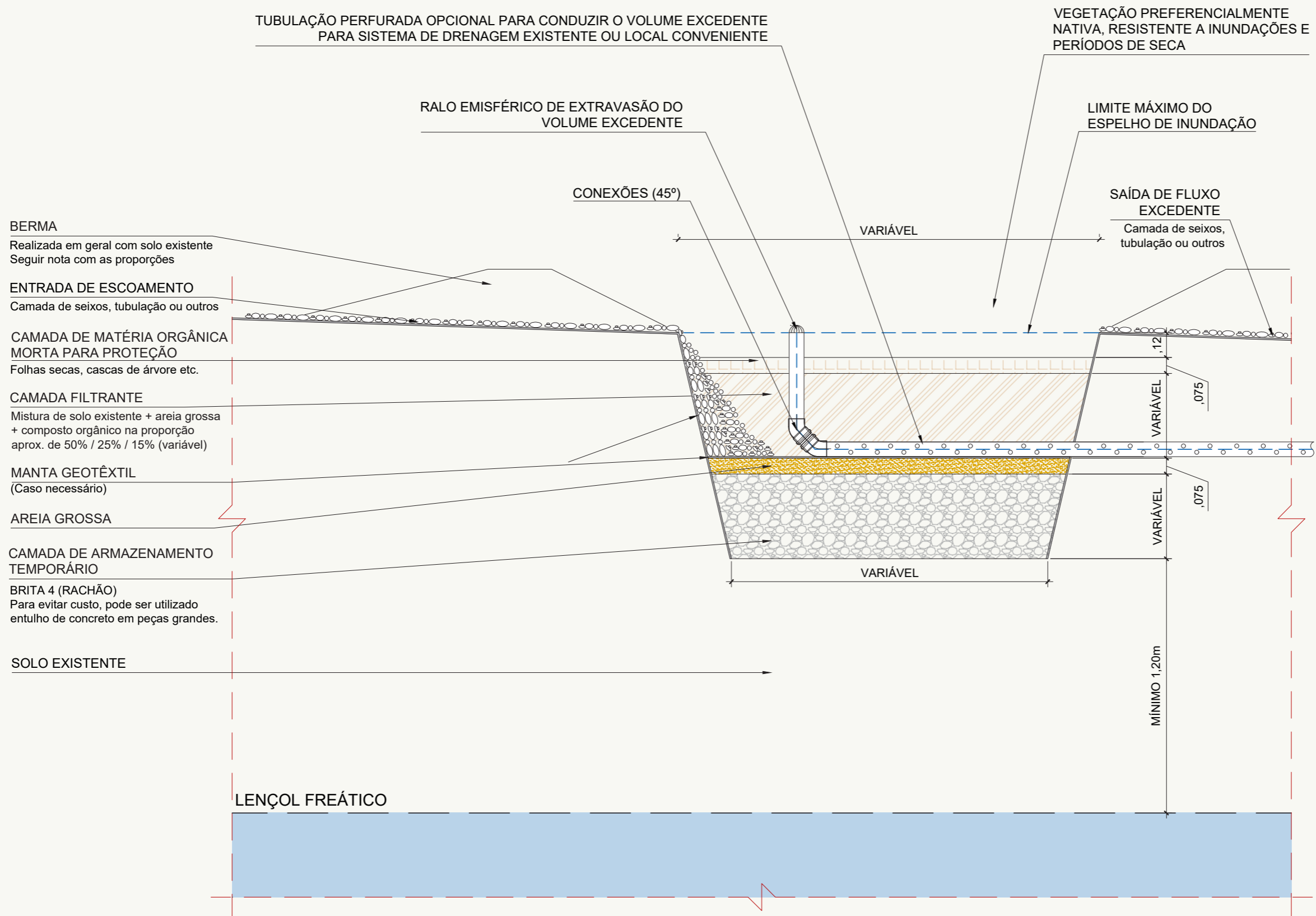
- 1- AS DIMENSÕES E FORMATOS DO JARDIM DE CHUVA SÃO VARIÁVEIS.
- 2- ABAIXO ESTÃO INDICADAS AS PROPORÇÕES DE DECLIVIDADE DAS BERMAS.



- 3- PARA AS MEDIDAS VARIÁVEIS, VERIFICAR MEMÓRIA DE CÁLCULO NESTE CADERNO .
- 4- PLANTAÇÃO DE VEGETAÇÃO PREFERENCIALMENTE NATIVA, RESISTENTE A INUNDAÇÕES E PERÍODOS DE SECA.

VISTA SUPERIOR - JARDIM DE CHUVA

SEM ESCALA



NOTAS:

1- AS LARGURAS DA BASE E DA PARTE SUPERIOR DO JARDIM DE CHUVA SÃO VARIÁVEIS.

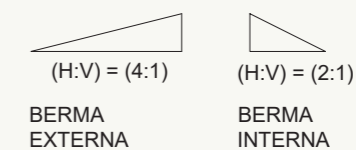
2- A ALTURA DO ESPELHO DE INUNDAÇÃO PODE SER VARIÁVEL. NO NOSSO CASO ESTABELECEMOS 0,12M PARA EVITAR AFOGAMENTO.

3- A MANTA GEOTÊXTIL É RECOMENDADA NAS LATERAIS APENAS PARA OS CASOS ONDE NÃO SE DESEJA INFILTRAR A ÁGUA NESTAS LATERAIS DO SOLO EXISTENTE, CASO CONTRÁRIO NÃO É NECESSÁRIA.

4- A MANTA GEOTÊXTIL SOBRE A CAMADA DE AREIA É RECOMENDADA EM DETERMINADAS REFERÊNCIAS.

5- A TUBULAÇÃO É PERFURADA E OPCIONAL, DE DIÂMETRO VARIÁVEL (EX. 75mm/100mm).

6- ABAIXO ESTÃO INDICADAS AS PROPORÇÕES DE DECLIVIDADE DAS BERMAS.



7- PARA A IMPLANTAÇÃO DO JARDIM DE CHUVA É NECESSÁRIO QUE O FUNDO DO MESMO ESTEJA NO MÍNIMO A 1,20m DO LENÇOL FREÁTICO E A UMA DISTÂNCIA DE 3m DE FUNDAÇÕES DE EDIFICAÇÕES.

8- PARA AS MEDIDAS VARIÁVEIS, VERIFICAR MEMÓRIA DE CÁLCULO NESTE CADERNO.

9- PLANTAÇÃO DE VEGETAÇÃO PREFERENCIALMENTE NATIVA, RESISTENTE A INUNDAÇÕES E PERÍODOS DE SECA.

CORTE AA - JARDIM DE CHUVA

SEM ESCALA



LISTA DE ESPÉCIES VEGETAIS PARA JARDIM DE CHUVA

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FORMA DE VIDA	ORIGEM	SUBSTRATO	BIORRETENÇÃO *	FITORREMEDIÇÃO
Orelha-de-elefante-gigante, taiá-rio-branco, taioba	<i>Alocasia macrorrhizos</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Singônio	<i>Syngonium angustatum</i>	Semi-herbácea	Nativa	Hemiepífita	X	
Aspargo-pendente, aspargo-ornamental, aspargo	<i>Asparagus densiflorus</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Espada-de-são-Jorge, língua-de-sogra, sanseviéria, rabo-de-lagarto	<i>Sansevieria trifasciata</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Lambari-roxo, lambari, trapoeraba, judeu-errante	<i>Zebrina purpusii</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Dicondra, dinheiro-em-penca	<i>Dichondra microcalyx</i>	Herbácea	Incerta	Terrestre	X	
Capim-palmeira, curculigo	<i>Curculigo capitulata</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Moreia-bicolor, dietes, moreia	<i>Dietes bicolor</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Pseudo-íris-azul; lírio-roxo-das-pedras, falso-íris	<i>Neomarica caerulea</i>	Semi-herbácea	Nativa	Terrestre, Rupícula	X	
Dianela, dracena-guarda-chuva	<i>Dianella ensifolia</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Lírio-de-um-dia, hemerocale, lírio-de-são-josé, lírio	<i>Hemerocalis x hybrida</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	X
Lambari-roxo, lambari, trapoeraba, judeu-errante	<i>Zebrina purpusii</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Malmequer, vedélia, picão-da-praia	<i>Wedelia paludosa</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre	X	
Picão-branco, fazendeiro	<i>Galinsoga parviflora</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre	X	
Girassol	<i>Helianthus annuus</i>	Herbácea e substrato	Exótica, Cultivada	Terrestre		X
Solidago	<i>Solidago sp</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre		X

* Biorretenção de óleos e graxas, matéria orgânica, nitrato, nitrito, Fe Zn, Cu e Cd, e SDT

Fonte: Pinheiro, 2017.

As espécies foram determinadas como adequadas à cidade de São Paulo.



LISTA DE ESPÉCIES VEGETAIS PARA JARDIM DE CHUVA

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FORMA DE VIDA	ORIGEM	SUBSTRATO	BIORRETENÇÃO *	FITORREMEDIÇÃO
Caatinga, cana-branca, jacuanga, cana-de-macaco	<i>Costus spiralis</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre	X	
Espada-de-são-Jorge, língua-de-sogra, sanseviéria, rabo-de-lagarto	<i>Heliconia psittacorum</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre	X	
Maranta-cinza, tenante	<i>Ctenanthe setosa</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre	X	
Lutiela	<i>Alternanthera brasiliana</i>	Subarbusto e herbácea semiereta	Nativa	Terrestre	X	
Gramma	<i>Festuca L</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre		X
Gramma-inglesa, grama de jardim, grama-santo-agostinho	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre		X
Gramma-missioneira, grama-tapete, grama-sempre-verde	<i>Axonopus compressus</i>	Herbácea	Nativa	Terrestre		X
Vertiver, capim-vertiver, pachuli	<i>Vertivera zizanioides</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre		X
Milho	<i>Zea mays</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre		X
Mostarda-da-índia	<i>Brassica juncea</i>	Herbácea	Exótica	Terrestre		X
Alamanda amarela, carolina, dedal-de-dama, alamanda, dedal-de-princesa	<i>Allamanda cathartica</i>	Arbusto/Liana/Volúvel/Trepadeira	Nativa	Terrestre	X	
Capim-palmeira, curculigo	<i>Senna obtusifolia</i>	Arbusto, Subarbusto	Nativa	Terrestre		X

* Biorretenção de óleos e graxas, matéria orgânica, nitrato, nitrito, Fe Zn, Cu e Cd, e SDT

Fonte: Pinheiro, 2017.

As espécies foram determinadas como adequadas à cidade de São Paulo.



BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOTADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I								
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL
1 EIXO: MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS - TIPOLOGIA: DRENAGEM - TIPOLOGIA APLICADA: JARDIM DE CHUVA								
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$ -
CDHU	601020	-	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em campo aberto	M3	-	-	-	-
CDHU	510022	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km	M3	-	-	-	-
1.2 EXECUÇÃO DO JARDIM DE CHUVA (PREENCHIMENTO DA VALA)								R\$ -
1.2.1 CAMADA INFERIOR E INTERMEDIÁRIA								R\$ -
CDHU	805100	-	Dreno com pedra britada	M3	-	-	-	-
CDHU	805110	-	Dreno com areia grossa	M3	-	-	-	-
CDHU	805190	-	Manta geotêxtil com resistência à tração longitudinal de 16kN/m e transversal de 14kN/m	M2	-	-	-	-
1.2.2 CAMADA SUPERIOR (FILTRANTE)*								R\$ -
CDHU	3401010	-	Terra vegetal orgânica comum*	M3	-	-	-	-
CDHU	805110	-	Dreno com areia grossa	M3	-	-	-	-
SINAPI	98520	-	APLICAÇÃO DE ADUBO EM SOLO. AF_05/2018	M2	-	-	-	-
1.2.3 GUIA DE CONTENÇÃO								R\$ -
SINAPI	94277	-	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 80X08X08X25 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	-	-	-	-
			OU					
SINAPI	94273	-	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	-	-	-	-
1.3 VEGETAÇÃO*								R\$ -
-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.4 TUBULAÇÃO (SAIDA DE FLUXO EXCEDENTE)*								R\$ -
CDHU	4602050	-	Tube de PVC rígido branco PxB com virola e anel de borracha, linha esgoto série normal, DN= 50 mm, inclusive conexões	M	-	-	-	-
CDHU	4602060	-	Tube de PVC rígido branco PxB com virola e anel de borracha, linha esgoto série normal, DN= 75 mm, inclusive conexões	M	-	-	-	-
							TOTAL s/ BDI	R\$ -
							BDI adotado: 25,00%	0,00
							VALOR TOTAL C/ BDI	R\$ -

Notas:

- *Camada superior (filtrante): para a camada filtrante, verificar a porcentagem sugerida no caderno de tipologias para cada item.
- *Terra orgânica comum: caso o solo existente for de boa qualidade, poderá ser optado pela reutilização do mesmo no preenchimento da camada filtrante.
- *Vegetação: Para o item de vegetação, consultar a lista de espécies vegetais para jardim de chuva contida no caderno de tipologias.
- *Tubulação (saída do fluxo excedente): A tubulação perfurada é opcional, consultar caderno de tipologias.



3. MEMORIAL DE CÁLCULO

1 CONCEITOS PRELIMINARES

- 1.1 Hietograma
- 1.2 Hidrograma
- 1.3 Chuva efetiva e de projeto

2 CURVAS I-D-F

3 MÉTODO RACIONAL

- 3.1 Características
- 3.2 Vazão de pico
- 3.3 Exemplos de variações de cálculo
- 3.4 Tempo de concentração
- 3.5 Coeficiente de escoamento superficial
- 3.6 Coeficiente de infiltração

4 OUTROS TESTES EMPÍRICOS PARA TIPOS DE SOLO

- 4.1 Teste de fita
- 4.2 Teste do jarro
- 4.3 Triângulo de solos (soil texture triangle)
- 4.4 Métodos empíricos adicionais
- 4.5 Infiltrômetro de duplo anel
- 4.6 Eficiência de medidas estruturais

5 EXEMPLO DE CÁLCULO

- 5.1 Determinação da vazão de pico pelo método racional
- 5.2 Determinação do Volume “V” de escoamento captado
- 5.3 Determinação do coeficiente de Infiltração “ C_i ” de escoamento
- 5.4 Determinação da altura máxima de espelho d’água da aplicação
- 5.5 Determinação da área da aplicação para total infiltração
- 5.6 Verificação da área disponível para a aplicação

6 EXEMPLO DE CÁLCULO

- 6.1 Determinação da vazão de pico pelo método racional
- 6.2 Determinação do volume pelo método SCS
- 6.3 Determinação do coeficiente de Infiltração “ C_i ” de escoamento
- 6.4 Determinação da altura máxima de espelho d’água da aplicação
- 6.5 Determinação da área da aplicação para total infiltração
- 6.6 Verificação da área disponível para a aplicação

Embora não haja no Brasil normatização específica, a literatura atual nacional e internacional e os debates em torno do tema apresentam diversas **metodologias de cálculo**, algumas como simples estimativas e outras mais pormenorizadas, relacionadas a indicadores hidrológicos, hidráulicos, climáticos, topográficos, geológicos, de características e texturas dos solos, de urbanização, ocupação e uso do solo, conforme diversas referências bibliográficas constantes neste Memorial.

No entanto, na medida em que estas tipologias aplicadas, muito importantes do ponto de vista da sustentabilidade e qualificação da paisagem, são coadjuvantes do ponto de vista da responsabilidade quanto ao sistema de drenagem, no sentido de evitar alagamentos e inundações, seus cálculos oferecem uma ordem de grandeza.

Deve-se sempre contar com elementos de extravasão para a ocorrência do escoamento excedente ou para o caso de que os espaços disponíveis para sua instalação comportem a infiltração ou o armazenamento apenas temporário de fluxos, bem como sua condução, em quantidades relativas inferiores à necessidade absoluta, à qual os sistemas de drenagem convencionais instalados devem servir.

De modo empírico, para o **escopo doméstico ou de lotes particulares**, por exemplo, determinadas referências e praticantes recomendam aplicar, de forma simplificada, perante a área de contribuição — tais quais telhados ou pisos pavimentados, entre outros — **uma média de 10% desta área de contribuição**, para implantação de jardins de chuva ou canteiros pluviais.

No caso da **captação de águas pluviais em telhados**, a proporção deve ser **dividida de acordo com cada água do telhado** (plano de captação) e seus condutores correspondentes, de modo que pode haver vários jardins de chuva para um mesmo telhado, ou vários condutores contribuindo para um ou mais jardins, desde que guardada a proporcionalidade de 10%. Esta estimativa é bastante empírica e experimental, portanto, em **espaços públicos, recomenda-se um cálculo mais preciso e com mais indicadores**, salvaguardando-se o exposto no parágrafo anterior.

Cada situação requer estudos específicos, por haver diversas variáveis em tela, motivo pelo qual a assistência de profissionais habilitados para as melhores práticas que envolvem cálculos, projetos e recomendações, possa ser estabelecida.

A título de ilustração, apresentamos exemplos de cálculos como seguem, salientando que cada aplicação deverá obedecer a sua determinação caso a caso, de acordo com as condicionantes locais, e que as decisões para sua solução e projeto definitivo são bastante variáveis.

Como então mencionado, o projeto executivo das aplicações deve contar com a responsabilidade técnica de profissionais devidamente habilitados, tais como os dos campos hidrológico, hidráulico, geotécnico, estrutural e paisagístico, entre outros que se fizerem necessários.

Sempre que houver Planos de Drenagem municipais, dados oficiais municipais ou estaduais, estes devem ser observados e seguidos.



Sublinha-se que o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE, S. I.) **oferece apoio aos municípios**, como descrito:

O Departamento de Águas e Energia Elétrica, órgão gestor dos recursos hídricos do Estado de São Paulo, para melhor desempenhar suas funções está estruturado de forma descentralizada em 8 (oito) diretorias regionais, chamadas Diretorias de Bacias, adotando a bacia hidrográfica como unidade física para o desenvolvimento de suas ações.

O DAEE atende os municípios, gratuitamente, na elaboração de estudos e projetos, prestando assistência e assessoria técnica. Executa serviços e obras por intermédio de máquinas pesadas, fabrica tubos de concreto em parceria com as Prefeituras, celebra convênios com os municípios para efetuar o repasse de recursos, com o objetivo de executar as obras de infraestrutura.

A Prefeitura interessada em qualquer tipo de atendimento no campo dos recursos hídricos, encaminha sua solicitação à Diretoria de Bacia à qual esteja vinculada. A atuação descentralizada do DAEE junto aos municípios permite um atendimento identificado com as diferentes características de cada região, com um contato mais próximo entre as administrações municipais e os técnicos do DAEE, propiciando uma atuação baseada nas necessidades e prioridades regionais. (DAEE, S. I., p. 1)

1. CONCEITOS PRELIMINARES

1.1 – Hietograma

Denomina-se hietograma o gráfico que representa a variação da **precipitação (P)**, com unidades usualmente em mm, ao longo do **tempo (t)**, cujas unidades podem ser de diferentes ordens (dias, horas, minutos, segundos, por exemplo).

Abaixo apresenta-se um exemplo ilustrativo de hietograma, com a discretização dos diferentes volumes de chuva e sua variação estatística a cada dez minutos, para um total do evento de chuva de 90 minutos.

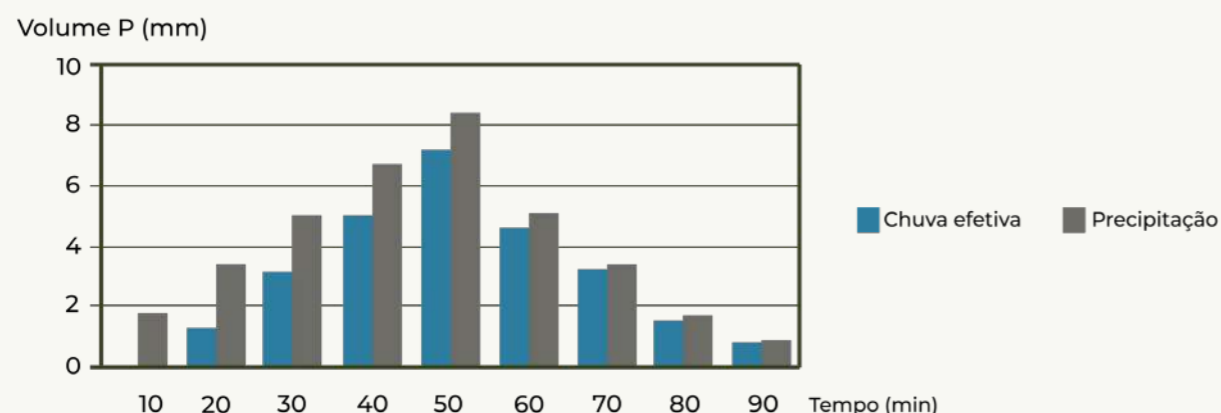


Figura 1: Hietograma de precipitação e chuva efetiva comparadas.
Fonte: Adaptado a partir de Engenheiro Planilheiro, S. I., p. 1.

1.2 – Hidrograma

Denomina-se hidrograma o gráfico que representa a **variação da vazão (Q)** ao longo do **tempo (t)**, em uma determinada seção de controle ou exutório, dada nas unidades de volume/tempo (m^3/s ou L/s , por exemplo).

A Figura 2 apresenta uma ilustração de hidrograma comparado, onde é visualizável como as vazões se alteram para mais, conforme os graus de urbanização e consequente impermeabilização do solo, o que as tipologias constantes neste Memorial têm como objetivo sua compensação, mesmo que relativa.

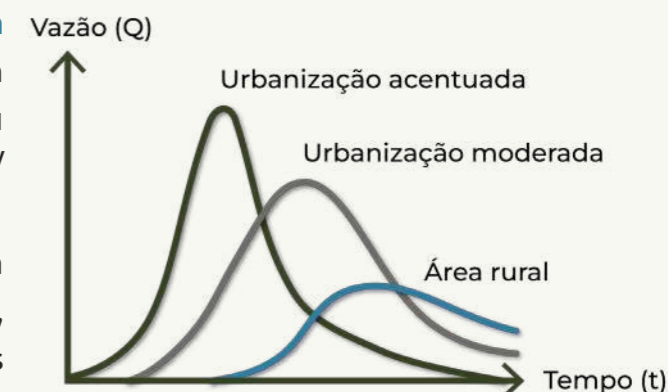


Figura 2: Hidrograma comparativo em áreas de urbanização acentuada, moderada e área rural.
Fonte: Adaptado a partir de Engenheiro Planilheiro, S. I., p. 1.

1.3 – Chuva efetiva e chuva de projeto

Chuva efetiva, por sua vez, é a quantidade de chuva que gera escoamento superficial, que equivale à chuva total em uma bacia, subtraídas a chuva infiltrada e a abstração inicial (aquela chuva que não é nem infiltrada nem escoada, mas que pode ser recolhida em copas de árvores, vegetação, poças, por exemplo, e evaporada sem escoar ou infiltrar).

Chuva de projeto é aquela adotada para um determinado caso, definida a partir de indicadores pertinentes para cada região ou local.

2. CURVAS I-D-F

As curvas I-D-F são expressões gráficas de relações entre **intensidade de chuva, duração e frequência**. São dados organizados por região, de modo que possam servir de parâmetro para a determinação da chuva de projeto a ser definida para cada circunstância, no âmbito de projetos de drenagem. Citamos, como exemplo, o estudo realizado em convênio entre o DAEE e a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (São Paulo, 1999), onde se define que:

Para uma certa intensidade de chuva, constante e igualmente distribuída sobre uma bacia hidrográfica, a máxima vazão a ser verificada numa seção corresponde a uma duração de chuva igual ao “tempo de concentração da bacia”, a partir da qual a vazão é constante. Assim, o dimensionamento das obras hidráulicas exige o conhecimento da relação entre a intensidade, a duração e a frequência [SIC] da precipitação. As relações entre intensidade, duração e frequência [SIC] das precipitações intensas, devem ser deduzidas a partir



das observações de chuvas ocorridas durante um período de tempo longo, suficientemente grande para que seja possível considerar as freqüências como probabilidades.

Essas relações se traduzirão por uma família de curvas intensidade-duração, uma para cada Frequência [SIC], ou período de retorno. (São Paulo, 1999, p. 1)

A elaboração destas relações é atualizada periodicamente, sendo conduzida a partir de referências de autores relacionados ao campo da hidrologia, mediante equações propostas na literatura especializada. Desse modo, em 1999, havia uma série de municípios que eram cobertos por estas especificações (Figura 4). No ano de 2013 (São Paulo, 2013), estudo complementar foi realizado (Figura 3), dado que:

Analisando-se a questão, constatou-se que as equações existentes, até então, ainda não cobriam satisfatoriamente todo o Estado de São Paulo, havendo regiões para as quais elas não foram elaboradas. Verificou-se também a necessidade de elaborar novas equações para os casos em que a série histórica utilizada foi inferior a 20 anos.

Assim, decidiu-se elaborar equações de chuvas intensas, para 12 localidades, sendo que 11 delas para municípios que não dispunham de equações. Para 1 [uma] localidade foi elaborada nova equação, incorporando vários outros anos de precipitações. São Paulo, 2013, p. 5)

Mediante consulta ao DAEE, fomos informados que o estabelecimento de equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo mais atualizadas encontra-se em revisão, podendo ser consultadas, para cada localidade, diretamente no Departamento, por meio de mensagem enviada por email¹ e cuja publicação aconselhou-se aguardar. Utilizaremos, portanto, a publicação relativa a 2013, como exemplo de procedimento. A Figura 4, ao lado, apresenta as localidades cobertas, na ocasião, pela publicação de 1999:

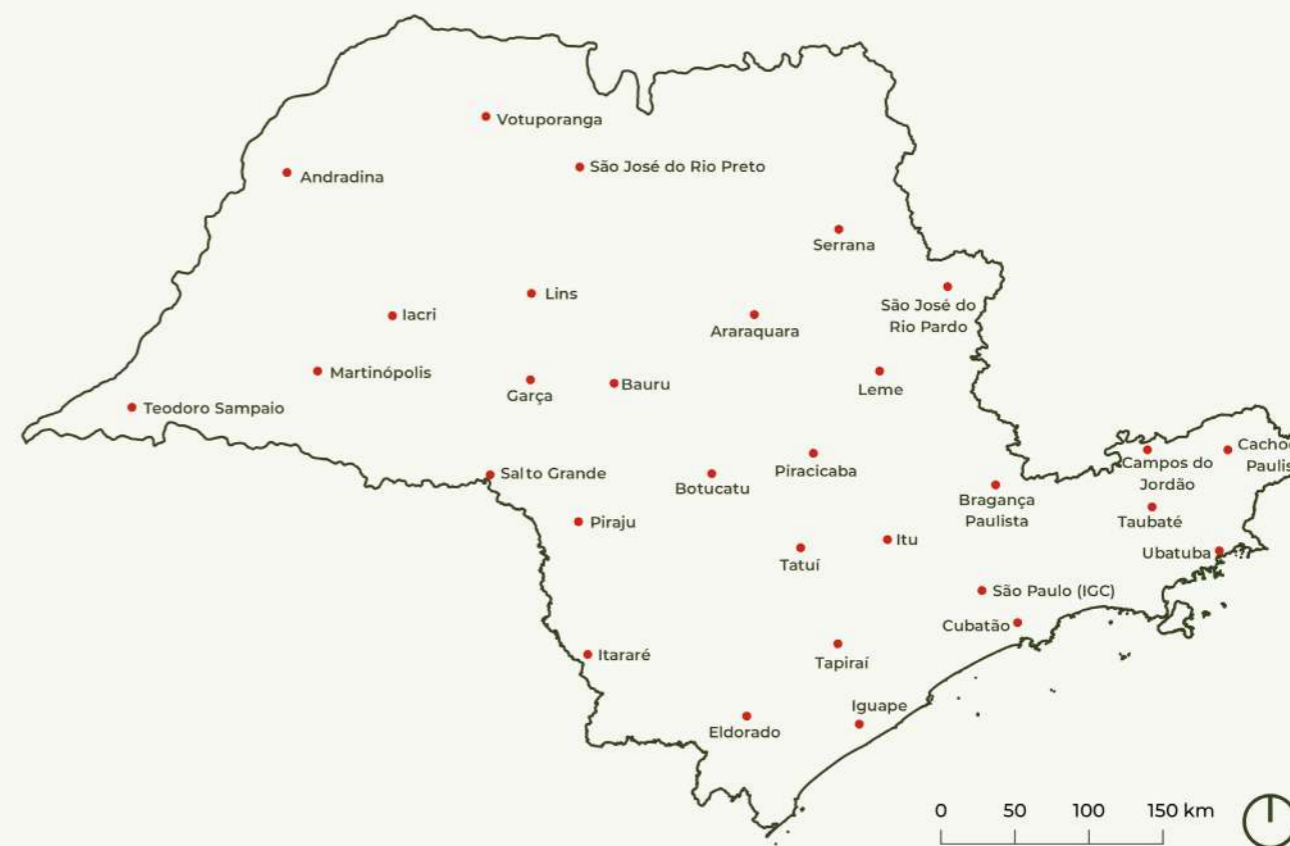


Figura 4: Locais e postos com equações I-D-F selecionados para a elaboração de estudo pelo DAEE. Fonte: São Paulo, 1999, p. 16.



Figura 3: Municípios com equações de precipitações intensas elaboradas no Estado de São Paulo em 2013. Fonte: São Paulo, 2013, p. 6.



Figura 5: Pluviometria no Estado de São Paulo, conforme as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Fonte: DAEE, S. l.c., p. 1.

¹ Consulta respondida na data de 04 de dezembro de 2023, 17:28h, pelo Engenheiro Samir, DAEE/CTH, Rede Hidrológica Básica do Estado de São Paulo, endereço eletrônico <hidrologia@daee.sp.gov.br>.

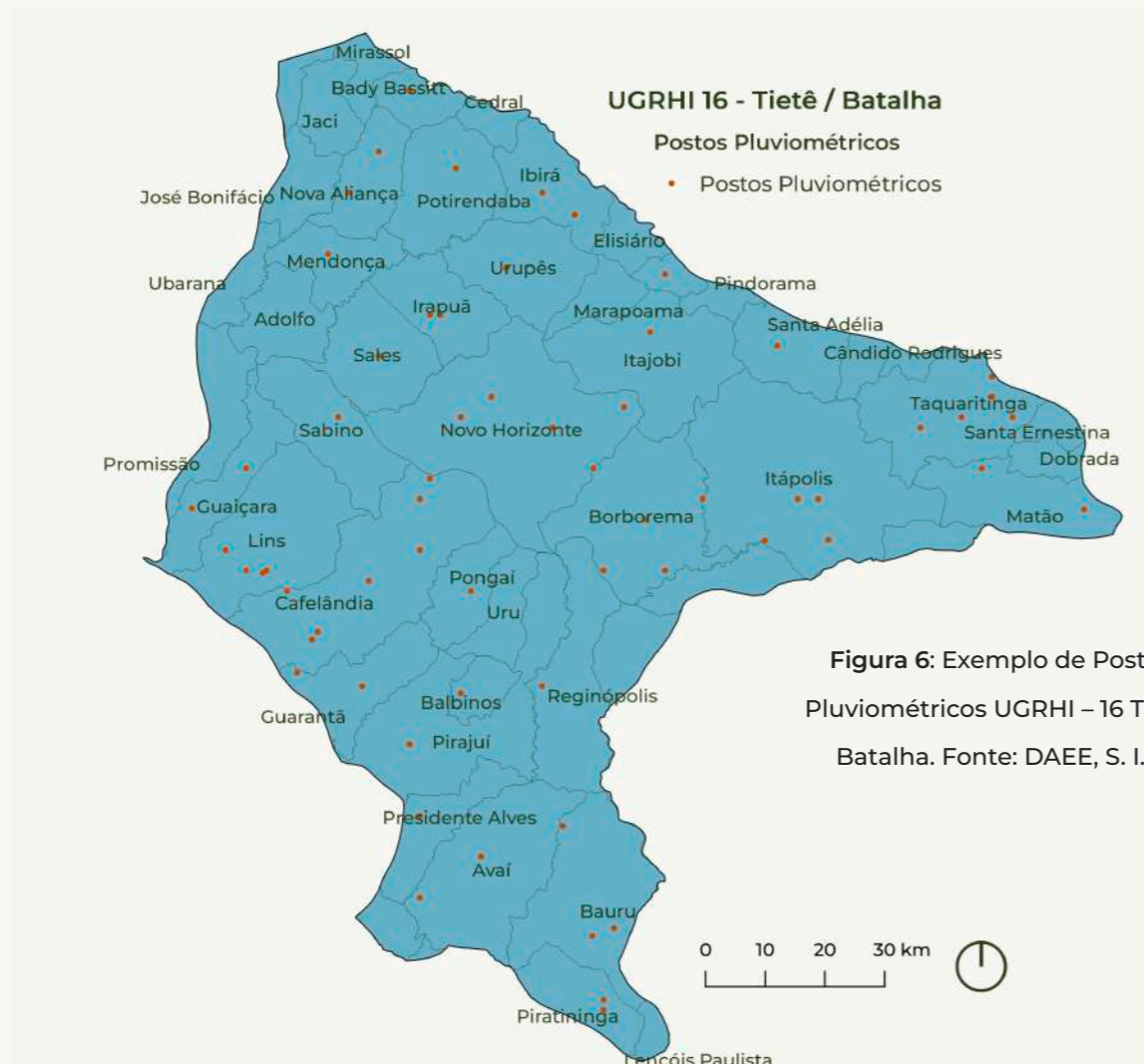


Figura 6: Exemplo de Postos Pluviométricos UGRHI – 16 Tietê/ Batalha. Fonte: DAEE, S. I.d.

Cumpra salientar que o DAEE (S. I.b), entre outras informações, disponibiliza dados pluviométricos por municípios, organizados por Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos e postos pluviométricos, acessíveis online (Figuras 5 e 6).

Para facilitar a compreensão, neste Memorial utilizaremos a **referência do município de Caçapava** (Nome da Estação Santa Luzia — E2-001/DAEE), somente como exemplo, considerado a partir do documento citado de 2013 (São Paulo, 2013, p. 46-48).

Desse modo tem-se, como resultados dos estudos as tabelas e gráficos apresentados como Figuras (7 a 10). A Figura 7, abaixo, apresenta, para Caçapava, tabela com as **intensidades de chuvas “i”** (em mm/h), relacionadas à sua **duração “t”** (em minutos) e ao **período de retorno “T”** (em anos).

Observa-se que o período de retorno “T” é inversamente proporcional à probabilidade ou frequência em que esta chuva ocorra, a saber (São Paulo, 2012, p. 26):

$$T = \frac{1}{F}$$

Ou seja, para um período de retorno de 10 anos, a probabilidade daquela intensidade de chuva ocorrer será de 10%, como para um período de 5 anos, corresponderá a 20%.

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	101,0	125,7	142,1	151,3	157,7	162,7	178,1	193,3	208,4
20	76,6	97,6	111,4	119,3	124,7	128,9	141,9	154,8	167,7
30	61,9	80,0	92,0	98,8	103,5	107,2	118,5	129,6	140,7
60	39,5	52,4	60,9	65,7	69,1	71,7	79,7	87,6	95,5
120	23,2	31,3	36,6	39,6	41,7	43,3	48,3	53,3	58,3
180	16,6	22,4	26,2	28,4	29,9	31,1	34,7	38,3	41,9
360	9,0	12,2	14,2	15,4	16,2	16,8	18,8	20,7	22,6
720	4,8	6,4	7,5	8,1	8,5	8,8	9,8	10,7	11,7
1080	3,3	4,4	5,1	5,5	5,7	5,9	6,6	7,2	7,9
1440	2,5	3,3	3,8	4,1	4,3	4,5	5,0	5,5	5,9

Figura 7: Previsão de máximas intensidades de chuvas “i” (em mm/h) para Caçapava, relacionadas à duração “t” (em minutos) e ao período de retorno “T” (em anos). Fonte: São Paulo, 2013, p. 46.

A Figura 8, abaixo, por sua vez, relaciona para Caçapava, a previsão de alturas máximas de chuvas “P” (em mm), perante sua duração “t” (em minutos) e períodos de retorno “T” (em anos).

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	16,8	20,9	23,7	25,2	26,3	27,1	29,7	32,2	34,7
20	25,5	32,5	37,1	39,8	41,6	43,0	47,3	51,6	55,9
30	30,9	40,0	46,0	49,4	51,8	53,6	59,2	64,8	70,4
60	39,5	52,4	60,9	65,7	69,1	71,7	79,7	87,6	95,5
120	46,4	62,5	73,2	79,2	83,4	86,7	96,7	106,6	116,5
180	49,7	67,1	78,7	85,2	89,8	93,3	104,1	114,9	125,6
360	54,2	73,0	85,4	92,4	97,3	101,0	112,7	124,2	135,7
720	57,9	76,9	89,5	96,6	101,6	105,4	117,2	128,9	140,6
1080	59,8	78,7	91,2	98,2	103,2	107,0	118,7	130,3	141,9
1440	61,1	79,8	92,2	99,1	104,0	107,8	119,4	130,9	142,4

Figura 8: Previsão de máximas alturas de chuvas “P” (em mm) para Caçapava, relacionadas à duração “t” (em minutos) e ao período de retorno “T” (em anos). Fonte: São Paulo, 2013, p. 46.

A Figura 9 ilustra em gráfico as curvas I-D-F para Caçapava, apresentando, nas abscissas, a duração “t” (em minutos) e, nas ordenadas, a intensidade “i” (em mm/h). Cada curva se relaciona a diferente tempo de retorno “T” (em anos).

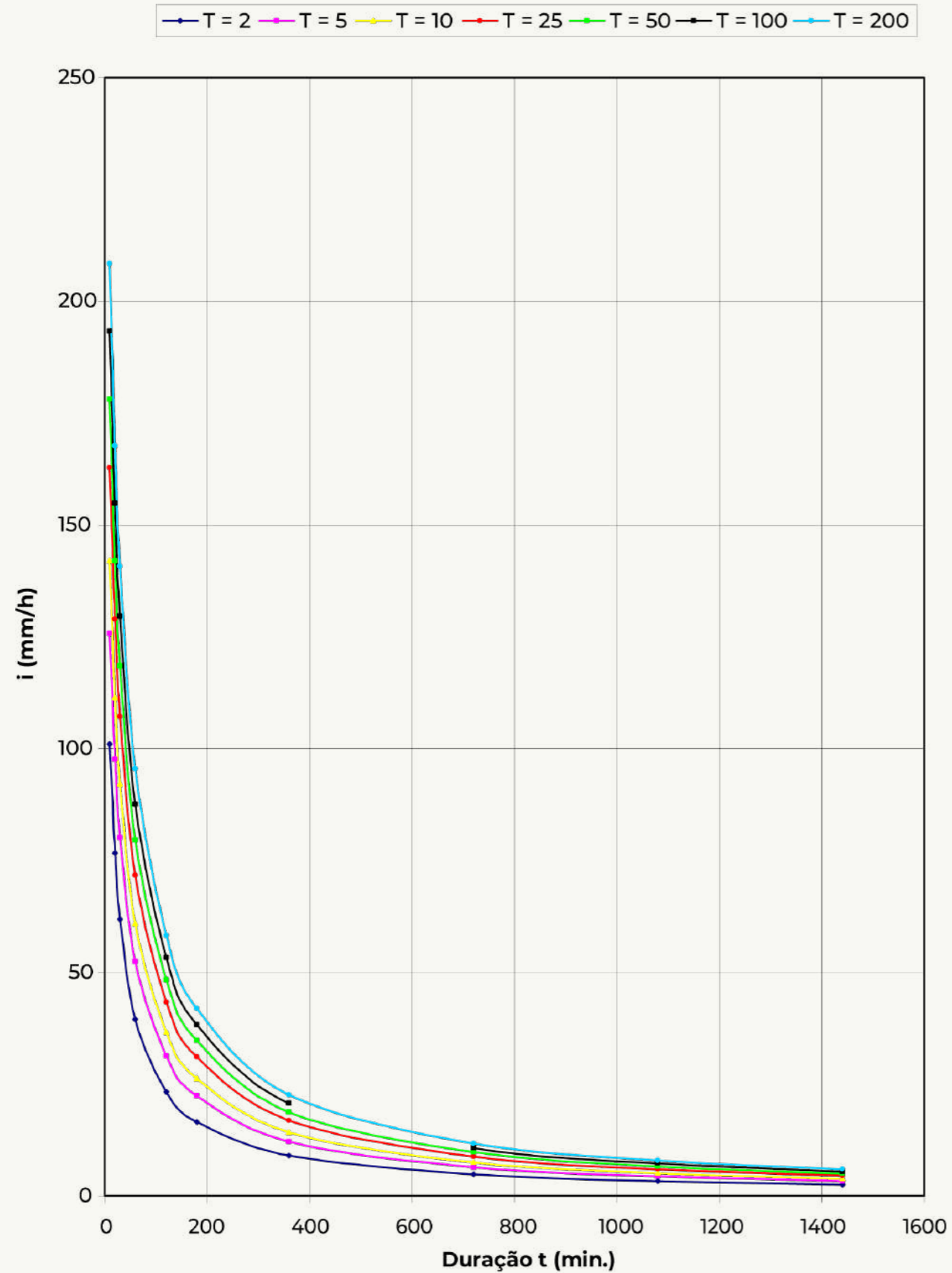


Figura 9: Curvas I-D-F correspondentes a Caçapava, em função do período T (anos).
Fonte: São Paulo, 2013, p. 47.

A Figura 10, abaixo, apresenta o gráfico das curvas I-D-F para Caçapava, em função da duração da chuva "t" (em minutos), nas abscissas, sendo instaladas as intensidades "i" (em mm/h) nas ordenadas. Cada curva se relaciona a diferente tempo de duração "t" (em min.).

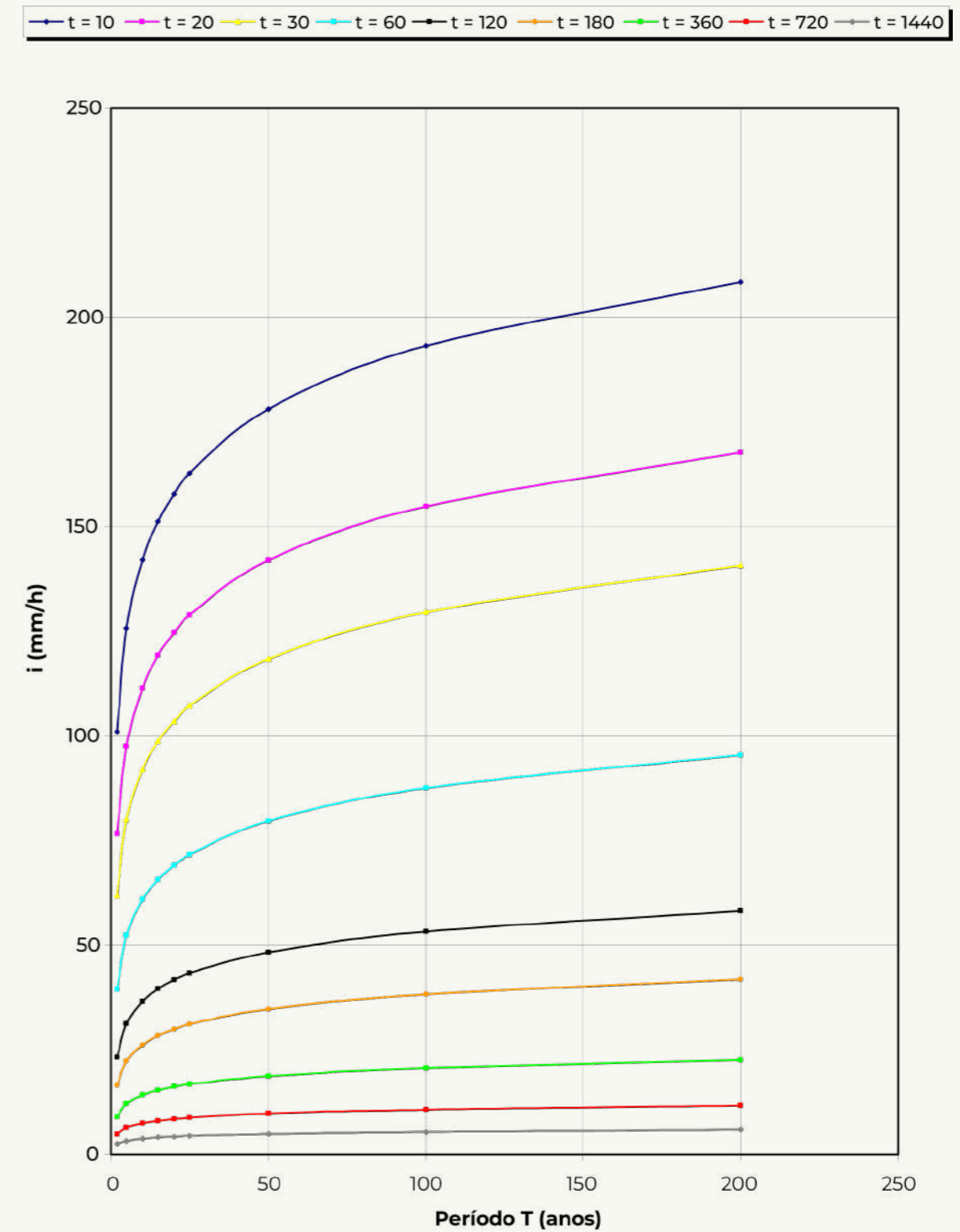


Figura 10: Curvas I-D-F correspondentes a Caçapava, em função do período T (anos).
Fonte: São Paulo, 2013, p. 47.



Para esclarecimentos, citamos Barbosa Junior (S. I.) que apresenta as seguintes definições referentes às grandezas e medidas das precipitações:

As grandezas que caracterizam as precipitações são a altura pluviométrica, a intensidade, a duração e a frequência [SIC] da precipitação.

A altura pluviométrica, normalmente representada pelas letras h ou P, é a medida da altura da lâmina de água de chuva acumulada sobre uma superfície plana, horizontal e impermeável. Esta altura é, normalmente, expressa em milímetros e determinada pelo uso de aparelhos denominados pluviômetros. [...] (Barbosa Jr., S. I., p. 3)

A intensidade da precipitação, i, é a relação entre a altura pluviométrica e a duração da precipitação: [...]. Geralmente, é expressa em mm/h, mm/min ou mm/dia. (Barbosa Jr., S. I., p. 5)

A duração da precipitação [...] constitui-se também em importante grandeza a caracterizar as chuvas. Ela corresponde ao período de tempo durante o qual a chuva cai. As unidades normalmente utilizadas para a duração da precipitação são o minuto ou a hora.

A precipitação é um fenômeno do tipo aleatório. Por isso, a frequência [SIC] com que ocorrem determinadas precipitações deve ser conhecida para uso em projetos associados ao aproveitamento dos recursos hídricos ou de controle do impacto causado por chuvas intensas. (Barbosa Jr., S. I., p. 8).

O Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do município de São Paulo (São Paulo, 2012b), define precipitações máximas, para o estabelecimento de tormentas de projeto como:

Precipitações máximas ou chuvas intensas são definidas como aquelas cujas intensidades ultrapassam um determinado valor mínimo. Essa intensidade é obtida a partir da relação entre o total precipitado e o tempo decorrido, normalmente expressa em milímetros por hora ou milímetros por segundo. A determinação dessas intensidades é de fundamental importância em drenagem urbana, pois em muitas metodologias as vazões de projeto são obtidas indiretamente por modelos de transformação chuva-vazão. (São Paulo, 2012b, p. 15)

O referido Manual (São Paulo, 2012b, p. 28) assevera a conveniência de estabelecer duração e tempo de retorno das tormentas conforme a natureza das escalas de drenagem (Figura 11).

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	Tr (anos)
Microdrenagem	2 a 10
Macro-drenagem	25 a 50
Grandes corredores de tráfego e áreas vitais para a cidade	100
Áreas onde se localizam instalações e edificações de uso estratégico, como hospitais, bombeiros, polícia, centros de controle de emergências, etc.	500
Quando há risco de perda de vidas humanas	100 (mínimo)

Figura 11: Períodos de retorno propostos para projetos de drenagem urbana.
Fonte: Adaptado a partir de São Paulo, 2012b, p. 28.

Como as aplicações de drenagem sustentável, em nosso caso, não pretendem realizar a substituição dos sistemas existentes, tão somente auxiliar processos que otimizem a infiltração, filtração, armazenamento temporário e biopurificação das águas das chuvas o mais próximo de sua origem, reduzindo as vazões de pico, evitando alagamentos localizados ou inundações e conduções de maiores escoamentos e fluxos a jusante, mediante os efeitos da urbanização, observa-se que:

Como norma geral, podem-se adotar os seguintes critérios: a) períodos de retorno mais baixos (2 a 10 anos) para as obras de microdrenagem, pois, em geral, os danos decorrentes da falha desses sistemas são localizados e de menor magnitude; b) para obras e intervenções em macrodrenagem (canais, córregos e rios de médio e grande porte, reservatórios de retenção, etc.), o risco deve diminuir (sugerem-se períodos de retorno entre 25 e 50 anos), uma vez que a falha desses sistemas resulta em prejuízos e transtornos mais significativos: inundações de edificações, interrupção de tráfego, proliferação de doenças de veiculação hídrica, etc; [...] (São Paulo, 2012b, p. 27)

Quanto à duração da chuva crítica, o Manual define (São Paulo, 2012b):

É bastante disseminada no meio técnico a orientação de adotar a duração da chuva crítica igual ou próxima do tempo de concentração da bacia, porque desta forma ficaria garantido que o hidrograma atingiria o seu pico. Para durações maiores do que o tempo de concentração a intensidade da chuva tenderia a decrescer e para durações menores não haveria tempo para que toda a área da bacia contribuísse para o exutório da bacia. É importante esclarecer, entretanto, que essas considerações somente são válidas quando se admitem válidas as hipóteses do Método Racional, em especial a constância da intensidade da chuva. Essa hipótese somente é realista para bacias muito pequenas e essa é uma das razões pelas quais, na literatura especializada, a validade desse método é restrita a bacias com áreas de drenagem da ordem de 3 km². (São Paulo, 2012b, p. 30)



Como será explicitado adiante, neste documento será considerado, como exemplo, o método racional para cálculos de vazões de projeto, dada a escala das bacias de contribuição que se referem a áreas de menor porte, articuladas a setores urbanos em cujo tecido serão disseminadas as aplicações, mediante contribuição de escoamento parcelado. Ressalta-se que, para as aplicações de drenagem sustentável, no geral considera-se, para efeitos de cálculo, volumes e não vazões de projeto, dada sua característica de detenção temporária e/ou infiltração desses volumes.

O primeiro passo para o dimensionamento de aplicações de drenagem sustentável — tais como Jardim de Chuva, Biovaleta, Canteiro de Chuva ou Bacia de Infiltração, relativas à tipologia Drenagem e ao eixo Manejo de Águas Pluviais — é a determinação da chuva de projeto. Considerando que estas aplicações se destinam a colaborar para a gestão de águas pluviais in situ, ou seja, reduzir os picos de vazão e escoamento, sendo no caso de jardins de chuva, canteiros de chuva e bacia de infiltração, a maior prerrogativa o armazenamento e infiltração e, no caso de biovaletas, a maior prerrogativa a condução ralentada, é preferível a escolha de chuvas de duração menor, geralmente, mais intensas, evitando alagamentos ou mesmo inundações e tempo de retorno também menor, ou seja, probabilidade maior em acontecer.

A depender da escala da bacia de infiltração e sua área de captação, poderão ser utilizados tempos de duração e de retorno maiores, a depender da indicação de profissionais consultados. Nesse sentido, podemos exemplificar os valores decorrentes da eleição de uma duração “t” de 20 minutos e tempo de retorno “T” de 2 anos para jardins de chuva, canteiros de chuva e biovaletas e, para bacia de infiltração, um tempo de duração de 60 minutos e tempo de retorno de 100 anos de Caçapava, determinadas a partir das Figuras 7 e 8:

- **Intensidade de chuva “i”** (em mm/h) = 76,6mm/h (20 minutos de duração e tempo de retorno 2 anos)
- **Altura de chuva “P”** (em mm) = 25,5mm (20 minutos de duração e tempo de retorno 2 anos)
- **Intensidade de chuva “i”** (em mm/h) = 87,6mm/h (60 minutos de duração e tempo de retorno de retorno 100 anos)
- **Altura de chuva “P”** (em mm) = 87,6mm (60 minutos de duração e tempo de retorno 100 anos)

$$76,6\text{mm/h} \times 20\text{min} \div 60 = 25,5\text{mm}$$

$$87,6\text{mm/h} \times 60\text{min} \div 60 = 87,6\text{mm}$$

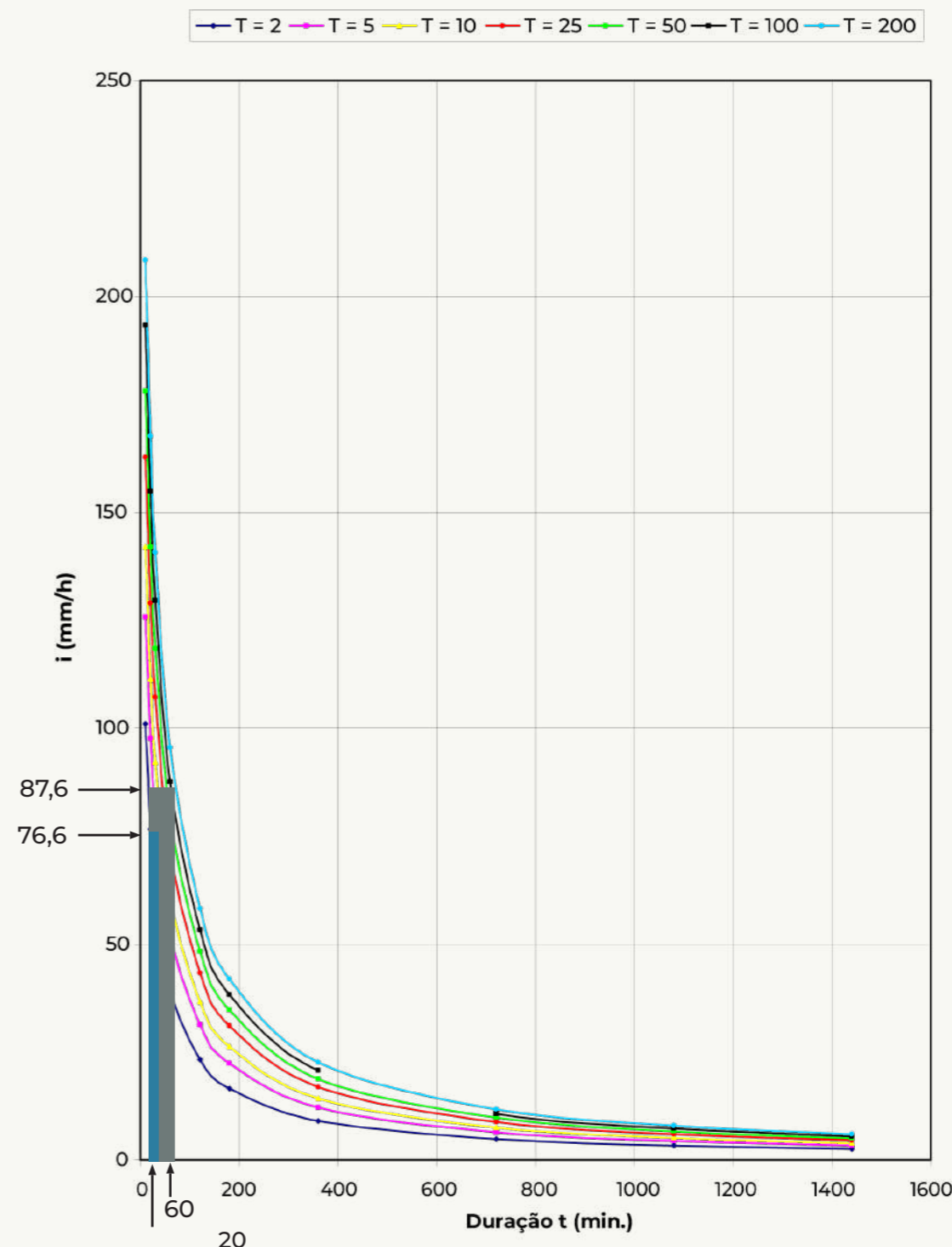


Figura 12: Curvas I-D-F correspondentes a Caçapava, em função do período T (anos).

Fonte: São Paulo, 2013, p. 47 com adaptações.



3. MÉTODO RACIONAL

3.1 – Características

Conforme descrito no Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do município de São Paulo (São Paulo, 2012b), a partir de Porto et al., 1993, “a melhor forma de evitar problemas quanto às incertezas de natureza hidrológica é elaborar um Plano Diretor de Drenagem Urbana para toda a bacia”. Adiciona-se que:

Em geral, poucas bacias urbanas contam com redes de monitoramento de vazões. Dessa forma, as vazões de projeto são normalmente definidas a partir de modelos chuva-vazão, como o método racional, o hidrograma unitário, etc. A metodologia geral parte da determinação da chuva de projeto, geralmente a partir de relações I-D-F, cálculo da chuva excedente (precipitação menos infiltração e outras perdas) e, finalmente, definição do hidrograma ou vazão de projeto. [...] É importante reconhecer também que os valores obtidos nessa análise serão sempre aproximados devido às incertezas hidrológicas, às simplificações dos métodos disponíveis e aos critérios adotados (São Paulo, 2012b, p. 34-35)

Portanto, um método muito utilizado e consolidado é o método racional, que apresenta algumas simplificações, porém bastante eficiente. Pode ser considerado para bacias de contribuição de pequena dimensão, de 1 km² até 2 a 3 km² (Canholi, 2014; São Paulo, 2012b; Tucci, 1993). Esse método não leva em conta a variação de um evento de chuva no tempo de início, pico e finalização, ou seja, tem em consideração um mesmo bloco de chuva como se fosse uniforme no tempo e no espaço, em determinado período, o que não corresponde à realidade, mas pode ser utilizado para o contexto em pauta, porém “[...] a grande aceitação do método deve-se à sua simplicidade e os resultados costumam ser satisfatórios desde que sua aplicação seja feita dentro de suas condições de validade” (São Paulo, 2012b, p. 51). Desse modo, conforme apresenta o Manual referido acima (São Paulo, 2012b), a partir de Ponce (1989):

[...] as seguintes propriedades descrevem uma bacia pequena em relação às precipitações e a outras características do escoamento que produzem as vazões de pico:

- a chuva pode ser considerada uniformemente distribuída no tempo;
- a chuva pode ser considerada uniformemente distribuída no espaço;
- a duração da chuva normalmente excede o tempo de concentração da bacia;
- o escoamento superficial é devido principalmente ao escoamento sobre superfícies (“Overland flow”);
- o processo de amortecimento nos canais é desprezível.

Em termos práticos, classificam-se como bacias pequenas aquelas menores do que 3 km² ou que tenham tempo de concentração menor do que 1 hora. (São Paulo, 2012b, p. 51)

Canholi (2016) observa que a utilização do método racional em pequenas bacias urbanas para calcular as vazões de pico, se estabelece com tempos de concentração² inferiores a 20 minutos, dado que a precipitação é considerada constante.

E ainda, sobre o método racional, segundo o Manual de Drenagem do Município de São Paulo (2012b):

A hipótese central do método é que a duração da chuva seja igual ao tempo de concentração da bacia. Se os efeitos de armazenamento na bacia forem desprezíveis, como é razoável supor em pequenas bacias urbanas, o pico ocorre no instante em que a chuva cessa, ou seja, depois de decorrido um tempo igual ao tempo de concentração. Embora o método racional forneça só a vazão de pico, é possível determinar o hidrograma correspondente, desde que se admita uma forma triangular e que o coeficiente C represente apenas a transformação da chuva total em chuva excedente. (São Paulo, 2012b, p. 52)

3.2 – Vazão de pico

A determinação da vazão de pico pelo método racional se dá, conceitualmente pela seguinte fórmula que relaciona a vazão de pico à intensidade de chuva, à área da bacia de contribuição e ao coeficiente que relaciona proporção de chuva que de fato escoará pela bacia, denominada chuva excedente:

$$Q_p = C.I.A$$

O Manual de Drenagem do Município de São Paulo, para adequação das unidades, apresenta a equação da seguinte forma:

$$Q_p = 0,275.C.I.A$$

Q_p = Vazão de pico (em m³/s)

I = Intensidade média da chuva (em mm/hora), constante em sua duração

A = Área da bacia (em km²)

C = “Coeficiente adimensional relacionado com a parcela da chuva total que se transforma em chuva excedente e com efeitos de armazenamento na bacia” (São Paulo, 2012b, p. 51), ou coeficiente de runoff.

O numeral 0,275 se refere ao ajuste das unidades de cada variável (alguns autores apresentam como 0,278, o que é mais exato (Graciosa, 2021a; 2021c).

Também com adequação de unidades, a fórmula é apresentada por Canholi (2014) como:

²Tempo de concentração será apresentado mais adiante, neste documento.



$$Q_p = \frac{C \cdot I \cdot A_d}{3,6}$$

Q_p = Vazão de pico (em m³/s)
 I = Precipitação média (em mm/hora)
 A_d = Área de drenagem superficial (em km²)
 C = Coeficiente de escoamento superficial (Canholi, 2014, p. 120)

Esclarece-se que “O escoamento superficial direto ou precipitação excedente é a parcela da precipitação total que esco inicialmente pela superfície do solo, concentrando-se em enxurradas e posteriormente em cursos de água maiores e mais bem definidos.” (São Paulo, 2012b, p. 35), e, para o método racional e a definição de “C”, “[...] no caso em que os efeitos de armazenamento sejam desprezados, o coeficiente C é chamado de coeficiente de escoamento superficial e exprime apenas a parcela da chuva total que se transforma em chuva excedente. (São Paulo, 2012b, p. 51).

Desse modo, o hidrograma de cheia correspondente ao método racional é dado por um triângulo isósceles, como ilustra a Figura 13, a seguir:

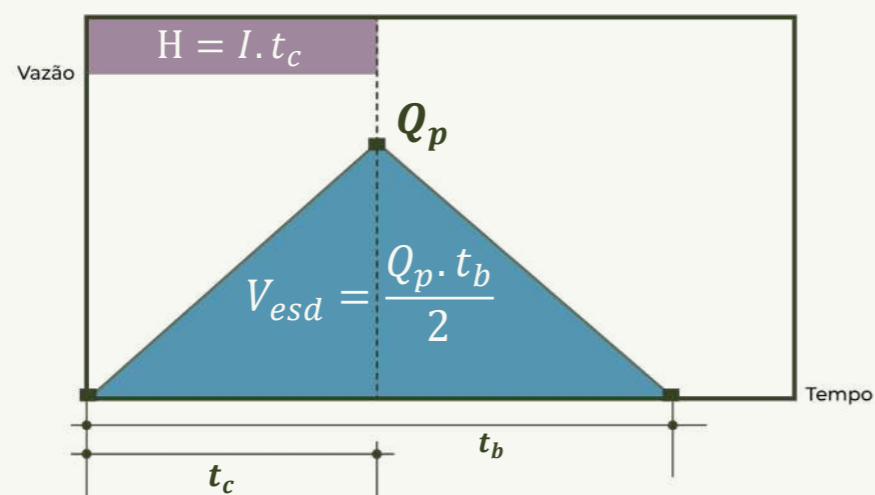


Figura 13: Hidrograma triangular do método racional. Fonte: Adaptado a partir de São Paulo, 2012b, p. 52.

Hietograma (em roxo): “H” = altura de chuva, igual à multiplicação da intensidade de chuva “I” pelo tempo de concentração “t_c”.

Hidrograma (em azul): “Q_p” = vazão de pico;

“t_c” = tempo de concentração (igual ao tempo de precipitação);

“t_b” = tempo de base (duração total do escoamento direto);

“V_{esd}” = volume de escoamento superficial direto causado pela chuva excedente.

Assim, o volume resultante “V_{esd}” vai informar o cálculo das aplicações em sua capacidade de detenção e armazenamento temporário e, conseqüentemente sua área e profundidade.

3.3 – Exemplos de variações de cálculo

Graciosa (2021b) e Castagna (2021), exemplificam o cálculo de volume para jardins de chuva (portanto estendemos também para aplicações de escala menor, como canteiros de chuva e biovaletas urbanas) simplesmente pela multiplicação da altura de chuva com determinada duração do evento de chuva pela área de captação correspondente (multiplicada pelo coeficiente C de escoamento), na qual ajustamos as unidades, a saber:

$$V = \frac{C \cdot P \cdot A}{1000}$$

V = volume total escoado (em m³)
P = altura de chuva (em mm)
A = área de drenagem superficial (em m²)
C = coeficiente de escoamento superficial ou de runoff

O método SCS determina um hidrograma triangular simplificado considerando as seguintes fórmulas (Canholi, 2014, p. 121; Graciosa, 2021a ; 2021c):

$$t_r = 0,6 \cdot t_c$$

$$t_a = \frac{D}{2} + t_r$$

$$t_b = t_a + 1,67 \cdot t_a$$

$$t_b = 2,67 \cdot t_a$$

t_r = Tempo de resposta da bacia

t_c = Tempo de concentração

t_a = Tempo de ascensão ou tempo de ocorrência do pico

t_b = Tempo de base



A Figura 14, a seguir, ilustra o gráfico simplificado do método SCS:

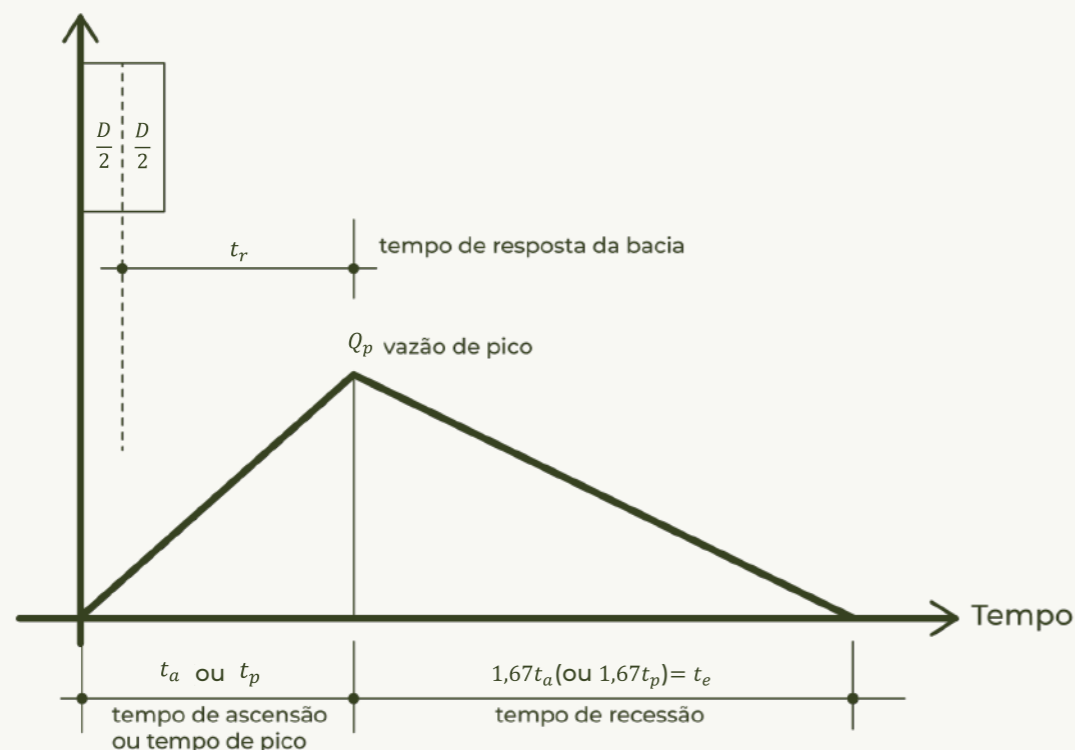


Figura 14: Hidrograma triangular do método SCS.

Fonte: Adaptado a partir de Tucci, 2001 p. 434; Graciosa, 2021a; Pini, 2019.

3.4 – Tempo de concentração

Há diversas fórmulas para o cálculo do tempo de concentração. Tomaz (2021b) discute sua porcentagem de erro afirmando que nenhuma é absolutamente correta.

Para volumes de bacias de infiltração Tomaz (2021a) apresenta exemplo determinando tempo de concentração em 10 minutos, cálculo da vazão pelo método racional e gráfico de volume pelo método SCS. Graciosa (2021b), para vazões em área maiores, apresenta exemplo em que aplica o método racional para a determinação das vazões de pico, considerando duração de 2 horas e tempo de retorno de 100 anos, gráfico simplificado de vazões conforme predicado pelo método SCS, de onde se depreende o volume. Para o cálculo do tempo de concentração, Graciosa o realiza pela fórmula da Agência Federal de Aviação (apud Federal Aviation Agency [FAA, 1970]). Este se dá mediante a fórmula:

$$t_c = \frac{0,69 \cdot (1,1 - C) \cdot L^{0,5}}{S^{0,33}}$$

t_c = Tempo de concentração (em minutos)
C = Coeficiente de escoamento superficial
L = Comprimento do escoamento (em metros)
S = Declividade média do trecho em % (em m/m)

O Manual de Drenagem do Município de São Paulo (São Paulo, 2012b, p. 54) recomenda, entre outras, a utilização da equação da FFA, bem como o método cinemático, em que se divide a bacia em trechos homogêneos para cálculo da velocidade de escoamento correspondente a cada um dos mesmos. Abaixo, apresentamos a fórmula do método cinemático:

$$t_c = \frac{1}{60} \sum \frac{1}{V}$$

t_c = tempo de concentração (em minutos)
V = velocidade do escoamento no trecho (em m/s)

Graciosa (2021a) esclarece que a velocidade do escoamento na sarjeta pode ser calculada pela equação:

$$V = \frac{1,4 (A)^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}}{n \cdot P}$$

V = Velocidade do escoamento (em m/s)
n = Coeficiente de rugosidade de Manning (em s/m³)
A = Área do escoamento (em m²)
P = Perímetro molhado (em m)
i = Declividade do fundo do curso d'água (em metros/metros)

O Manual (São Paulo, 2012b) apresenta, entre outras, também a fórmula de Kirpich:

$$t_c = \frac{0,3989 \cdot L^{0,77}}{S^{0,385}}$$

t_c = tempo de concentração (em minutos)
L = comprimento do talvegue (em km)
S = declividade do talvegue (em m/m)



Tucci (2001) apresenta uma tabela correspondente a coeficientes em determinadas superfícies e declividades para cálculo da velocidade em função da declividade:

$$V = A \cdot S^{0,5}$$

V = velocidade (em m/s) A = área do escoamento (em m²)
S = declividade em %

TIPO DE COBERTURA	A
Floresta com solo coberto de folhagem	0,076
Área sem cultivo ou pouco cultivo	0,143
Pasto e grama	0,216
Solo quase nu	0,305
Canais com grama	0,351
Superfície pavimentada	0,610

Figura 15: Coeficientes "A" em função do tipo de cobertura para cálculo de velocidades.
Fonte: Adaptado a partir de Tucci, p. 435.

3.5 – Coeficiente de escoamento superficial

Para a adoção do coeficiente de escoamento superficial "C", para efeitos das aplicações em tela, de pequena e média escala, que não são responsáveis sozinhas pela drenagem urbana, porém auxiliares na absorção, retardamento de fluxo, infiltração e purificação de águas pluviais preferivelmente no local das chuvas, tanto em espaços privados (como advindas de pisos, quintais e coberturas), como públicos (tais quais ruas e calçadas, estacionamentos, praças e parques), é possível utilizar tabelas simplificadas que relacionam tipos de acabamentos de pisos, como em Tucci (2000), Lima (2005) ou situações urbanas das áreas contribuintes, como em São Paulo (2012b) (Figuras 16 a 18):

USO DO SOLO	PERÍODO DE RETORNO EM ANOS			
	2-10	25	50	100
SISTEMA VIÁRIO				
Vias pavimentadas	0,75-0,85	0,83-0,94	0,90-0,95	0,94-0,95
Vias não pavimentadas	0,60-0,70	0,66-0,77	0,72-0,84	0,75-0,88

ÁREAS INDUSTRIAIS				
Pesadas	0,70-0,80	0,77-0,88	0,84-0,95	0,88-0,95
Leves	0,60-0,70	0,66-0,77	0,72-0,84	0,75-0,88
ÁREAS COMERCIAIS				
Centrais	0,75-0,85	0,83-0,94	0,90-0,95	0,94-0,95
Periféricas	0,55-0,65	0,61-0,72	0,66-0,78	0,69-0,81
ÁREAS RESIDENCIAIS				
Gramados planos	0,10-0,25	0,11-0,28	0,12-0,30	0,13-0,31
Gramados íngremes	0,25-0,40	0,28-0,44	0,30-0,48	0,31-0,50
Condomínios com lotes >300m ²	0,30-0,40	0,33-0,44	0,36-0,48	0,31-0,50
Residências unifamiliares	0,45-0,55	0,50-0,61	0,54-0,66	0,56-0,69
Uso misto – denso	0,50-0,60	0,55-0,66	0,60-0,72	0,63-0,75
Prédios/ conjunto de apartamentos	0,60-0,70	0,66-0,77	0,72-0,84	0,75-0,88
Playgrounds/Praças	0,40-0,50	0,44-0,55	0,48-0,60	0,50-0,63
ÁREAS RURAIS				
Áreas agrícolas	0,10-0,20	0,11-0,22	0,12-0,24	0,13-0,25
Solo exposto	0,20-0,30	0,22-0,33	0,24-0,36	0,25-0,38
Terrenos montanhosos	0,60-0,80	0,66-0,88	0,72-0,95	0,75-0,95
Telhados	0,80-0,90	0,90	0,90	0,90

Figura 16: Coeficientes de escoamento superficial (C) - Método Racional. Fonte: Adaptado a partir de Mays, Draining Design Manual of Maricopa, Arizona, 2001 apud Canholi, 2014, p. 110.

SUPERFÍCIE	C	
	INTERVALO	VALOR ESPERADO
PAVIMENTO		
Asfalto	0,70-0,95	0,83
Concreto	0,80-0,95	0,88
Calçadas	0,75-0,85	0,80
Telhado	0,75-0,95	0,85
COBERTURA GRAMA OU SOLO ARENOSO (declividade)		
Plana (2%)	0,05-0,10	0,08
Média (2 a 7%)	0,10-0,15	0,13
Alta (7%)	0,15-0,20	0,18
GRAMA, SOLO PESADO (declividade)		
Plana (2%)	0,13-0,17	0,15
Média (2 a 7%)	0,18-0,22	0,20
Alta (7%)	0,25-0,35	0,30

Figura 17: Coeficiente de escoamento para algumas superfícies. Fonte: Adaptado a partir de Tucci, 2001, p. 542, a partir de dados da ASCE, 1969.



OCUPAÇÃO DO SOLO	C
EDIFICAÇÃO MUITO DENSA (Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas)	0,70 a 0,95
EDIFICAÇÃO NÃO MUITO DENSA (Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas)	0,60 a 0,70
EDIFICAÇÃO COM POUCAS SUPERFÍCIES LIVRES (Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas)	0,50 a 0,60
EDIFICAÇÃO COM MUITAS SUPERFÍCIES LIVRES (Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes)	0,25 a 0,50
SUBÚRBIOS COM ALGUMA EDIFICAÇÃO (Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções)	0,10 a 0,25
MATAS, PARQUES E CAMPOS DE ESPORTES (Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação)	0,05 a 0,20

Figura 18: Coeficientes de escoamento superficial para $T_r = 10$ anos.
Fonte: Adaptado a partir de São Paulo, 2012b, p. 53.

No caso da adoção dos coeficientes de escoamento da tabela constante na Figura 9, sendo estes relativos ao tempo de retorno de 10 anos, o Manual de Drenagem em tela (São Paulo, 2012b, p. 53) indica a correção para tempos de retornos maiores, o que não é o caso do escopo deste documento.

3.5 – Coeficiente de infiltração

Após o cálculo do volume destinado à tipologia aplicada — Jardim de Chuva, Biovaleta, Canteiro de Chuva, Bacia de Infiltração — é necessário calcular a capacidade de infiltração do solo do local de aplicação, bem como a capacidade de armazenamento da aplicação, de acordo com suas camadas.

A determinação do coeficiente de infiltração é passível de diversos métodos de cálculo, bem como pode ser aferidos, aproximadamente, de acordo com diversas metodologias, mais ou menos empíricas. Para uma mesma tipologia aplicada é conveniente realizar testes em mais do que um local, pois em determinados casos pode haver diferenças substanciais na textura dos solos em distâncias próximas. A forma correta de fazê-lo é mediante a participação de um profissional capacitado, como geólogo ou geotécnico, por exemplo.

O coeficiente de infiltração é dado por um valor em volume/área x tempo, por exemplo, $m^3/m^2.dia$ ou $litros/m^2.dia$. De um modo simplificado, mediante a área da tipologia aplicada, verifica-se sua capacidade de infiltração no período pré-estabelecido, que, no nosso caso, é de 2 dias ou 48 horas. Com isto define-se a altura máxima do espelho d'água da aplicação (Castagna, 2021).

Para a capacidade de armazenamento das camadas da tipologia aplicada, verifica-se seu volume mediante a multiplicação de sua área pela altura e proporciona-se sua capacidade de armazenamento mediante a proporção de vazios relativa a cada material utilizado. As proporções de porosidade de determinados materiais podem ser consideradas (Urbonas; Giddena, 1982 apud Canholi, 2014, p. 43) como:

- Pedra britada = 30%;
- Cascalho (2-20mm) = 30%;
- Areia = 25%;
- Canaleta preenchida com cascalho = 15-25%;
- Argila expandida = 5-10%.

Importante, primeiramente, frisar que os testes de textura de solo devem ser realizados na superfície correspondente à camada de solo onde é prevista a infiltração.

Apresentamos, a seguir, algumas metodologias para definição de coeficientes de infiltração.

Segundo Silva (2018) (Figura 19):

A metodologia utilizada foi a descrita pela ABNT-NBR/7229/93, a qual também apresenta faixas de variação de coeficientes de infiltração de acordo com a constituição provável dos solos. A abertura de uma cava deve ser de seção quadrada de 30cm de lado e 30cm de profundidade, onde o procedimento inicial consiste em manter as cavas cheias de água durante 4 horas, no dia seguinte, devem-se encher as cavas com água e aguardar a total infiltração e em seguida deve-se encher novamente as cavas com água até a altura de 15cm e cronometrar o período de rebaixamento de 15cm até 14cm. Com os tempos determinados é possível obter os coeficientes de infiltração do solo ($L/m^2.dia$) na curva [correspondente]. (Silva et al., 2018, p. 332).

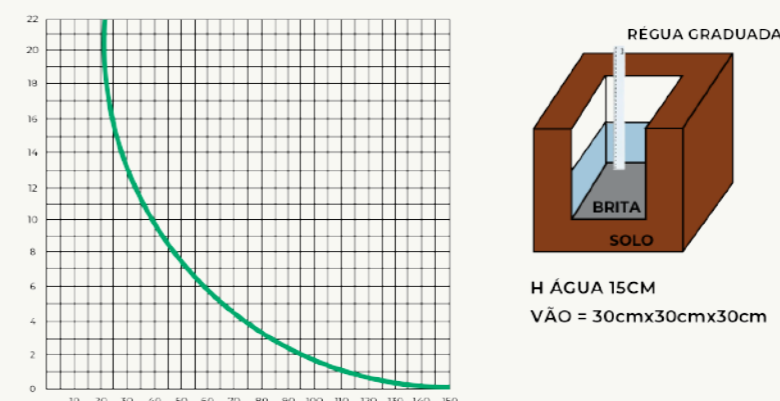


Figura 19: Curva dos coeficientes de infiltração.

Fonte: Adaptado a partir de Silva et al., 2018, conforme adaptado da ABNT-NBR/7229/93.



Castagna et al. (2022) apresentam metodologia semelhante e duas outras formas para obtenção do coeficiente de infiltração:

[...] Existem 3 componentes no solo que influenciam muito na infiltração: argila, silte e areia, sendo a argila o componente em grão que apresenta a menor dimensão e possui a menor capacidade de infiltração, enquanto que a areia apresenta o maior grão e a maior capacidade de infiltração.

O silte apresenta características intermediárias entre argila e areia. Assim, uma vez que o tipo de solo varia de região em região, é fundamental que o teste de infiltração seja aplicado exatamente no local (e na altura) onde se deseja infiltrar a água. Como resultado do teste é possível dimensionar a área necessária para infiltração da quantidade de água desejada. (Castagna et al., 2022, p. 9).

Castagna et al. (2022) prosseguem considerando a NBR 13969 (Figura 20):

Teste segundo a norma NBR 13969:

1. Escavar um buraco com pá de corte com seções 30x30x30cm;
2. Raspar o fundo e os lados da cova, de modo que fiquem ásperos;
3. Retirar da cova todo material solto e cobrir o seu fundo com uma camada de 5 cm de brita nº 1;
4. No primeiro dia manter a cova cheia de água durante 4 h;
5. No dia seguinte, encher a cova com água e aguardar que se infiltre totalmente;
6. Encher novamente as covas com água até a altura de 15 cm e cronometrar o período de rebaixamento de 15 cm até 14 cm, correspondente às alturas da água em cada cova.

Quando este intervalo de tempo para rebaixamento de 1 cm se der em menos de 3 min, refazer o ensaio cinco vezes, adotando o tempo da quinta medição.

Com os tempos determinados no processo de infiltração das covas, é possível obter os coeficientes de infiltração do solo (L/m² x dia) na curva [...]. (Adota-se o menor dos coeficientes determinados no ensaio)." (Castagna et al., 2022, p. 9)

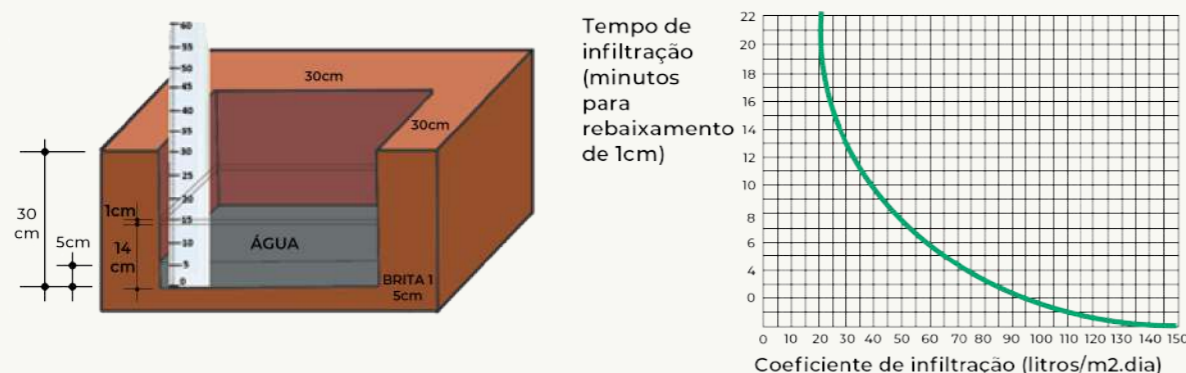


Figura 20: Esquerda: Orifício para teste de infiltração conforme NBR 13969. Fonte: Castagna et al., 2022, p. 9. Direita: Tabela para obtenção de coeficiente de infiltração de acordo com NBR 13.969. Fonte: Adaptado a partir de Castagna et al., 2022, p. 9.

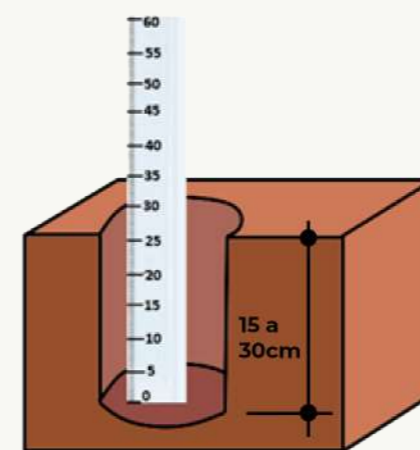
O terceiro método apresentado por Castagna et al. (2022) é (Figura 21):

Teste prático segundo Art Ludwig

1. Cave um buraco com uma cavadeira na profundidade onde irá aplicar água (se for para água cinza, geralmente de 15 a 30cm de profundidade);
2. Crave uma estaca graduada (em cm) no fundo do buraco;

3. Encha o buraco com água até o topo entre 3 a 5 vezes para saturar o solo;
 4. Encha novamente o buraco e marque quantos minutos a água leva para baixar 3cm;
 5. Repita o teste anotando o tempo, até que o resultado se repita;
 6. Em seguida divida o tempo em minutos pelos 3cm;
 7. O resultado será em Minutos por Centímetros (min/cm).
- Agora basta comparar o resultado com os valores da tabela [ver tabela abaixo] [...], multiplicando o valor da área necessária (em m²/l/dia) pelo volume a ser infiltrado. (Castagna et al., 2022, p. 10).

O autor explicita que o teste deve ser realizado na profundidade onde pretende-se a infiltração da água (por exemplo, se a medida for superior a 30cm de escavação, realizar o teste na altura necessária e dividir posição de leitura para a metade da cava).



Obs.: Escavação: Fazer a mesma profundidade em que ocorrerá a infiltração

TAXA DE INFILTRAÇÃO min/cm	TAXA DE APLICAÇÃO L/m² . dia	ÁREA NECESSÁRIA	
		m²/L . dia	m²/L . dia
0-12	102	0,01	10
12:00-15:45	80	0,013	12,5
15:45-17:45	61	0,016	16
17:45-23:40	41	0,025	25
23:40-47:25	20	0,049	49

Figura 21: Esquerda: Orifício para realização de teste de infiltração conforme Art Ludwig. Fonte: Adaptado a partir de Castagna et al., 2022, p. 10). Direita: Tabela para obtenção de coeficiente de infiltração conforme Art Ludwig. Fonte: Adaptado a partir de Castagna et al., 2022, p. 10.

Segundo a NBR 13.969/1997 (ABNT, 1007, p. 24), o teste de infiltração segue (Figura 22):

Anexo A (normativo)

Procedimento para estimar a capacidade de percolação do solo (K)

A.1 Para a vala de infiltração

O ensaio para estimar a capacidade de percolação descrito aqui deve ser feito cuidadosamente, tendo em mente que conforme o modo de execução pode resultar em valores bastante distintos para um mesmo tipo de solo.

A época de execução do ensaio é também fator que influencia nos resultados. O ensaio deve ser precedido de uma etapa preliminar para simular a condição de solo saturado (condição crítica no sistema de absorção).

Apesar da imprecisão, este ensaio é o mais simples que se conhece e, desde que seja utilizado em conjunto com os ensaios de tato e visual do solo, pode ser instrumento útil para avaliação da capacidade de infiltração do solo.

O nível máximo do aquífero na área prevista deve ser conhecido antecipadamente.



A.1.1 Os instrumentos necessários para se proceder ao ensaio são os seguintes:

- relógio;
- cronômetro;
- régua;
- trado com \varnothing 150 mm;
- dispositivo para medição do nível d'água na cava, conforme ilustrado na figura B.16-c;
- água em abundância.

A.1.2 Os procedimentos a serem seguidos são os seguintes:

- a) o número de locais de ensaio deve ser no mínimo 3 pontos, distribuídos aproximadamente de modo a cobrir áreas iguais no local indicado para campo de infiltração;
- b) com o trado de \varnothing 150 mm, escavar uma cava vertical, de modo que o fundo da cava esteja aproximadamente no mesmo nível previsto para fundos das valas;

NOTA

Este nível deve ser determinado, levando em conta a distância mínima do fundo da vala em relação ao nível máximo do aquífero local (cerca de 1,50 m) e cota de saída do efluente de tanque séptico.

- c) retirar os materiais soltos no fundo da cava e cobrir o fundo com cerca de 0,05 m de brita;
- d) encher a cava com água até a profundidade de 0,30 m do fundo e manter esta altura durante pelo menos 4 h, completando com água na medida em que desce o nível. Este período deve ser prolongado para 12 h ou mais se o solo for argiloso; esta constitui uma etapa preliminar para saturação do solo;
- e) se toda a água inicialmente colocada infiltrar no solo dentro de 10 min, pode-se começar o ensaio imediatamente;
- f) exceto para solo arenoso, o ensaio de percolação não deve ser feito 30 h após o início da etapa de saturação do solo;
- g) determinar a taxa de percolação como a seguir:
 - colocar 0,15 m de água na cava acima da brita, cuidando-se para que durante todo o ensaio, não seja permitido que o nível da água supere 0,15 m;
 - imediatamente após o enchimento, determinar o abaixamento do nível d'água na cava a cada 30 min (queda do nível) e, após cada determinação, colocar mais água para retornar ao nível de 0,15 m;
 - o ensaio deve prosseguir até que se obtenha diferença de rebaixamento dos níveis entre as duas determinações sucessivas inferior a 0,015 m, em pelo menos três medições necessariamente;
 - no solo arenoso, quando a água colocada se infiltra no período inferior a 30 min, o intervalo entre as leituras deve ser reduzido para 10 min, durante 1 h; assim sendo, nesse caso, o valor da queda a ser utilizado é aquele da última leitura;
- h) calcular a taxa de percolação para cada cava escavada, a partir dos valores apurados, dividindo-se o intervalo de tempo entre determinações pelo rebaixamento lido na última determinação.
Por exemplo: se o intervalo utilizado é de 30 min e o desnível apurado é de 0,03 m, tem-se a taxa de percolação de $30/0,03 = 1\ 000$ min/m;
- i) o valor médio da taxa de percolação da área é obtido calculando-se a média aritmética dos valores das cavas;
- j) o valor real a ser utilizado no cálculo da área necessária da vala de infiltração deve ser o especificado na tabela A.1;
- k) obtém-se o valor da área total necessária para área de infiltração dividindo-se o volume total diário estimado de esgoto (m^3 /dia) pela taxa máxima de aplicação diária. (ABNT, 1997, p. 24).

TAXA DE PERCOLAÇÃO min/m	TAXA MÁXIMA DE APLICAÇÃO DIÁRIA $m^3/m^2.d$	TAXA DE PERCOLAÇÃO min/m	TAXA MÁXIMA DE APLICAÇÃO DIÁRIA $m^3/m^2.d$
40 ou menos	0,20	400	0,065
80	0,14	600	0,053
120	0,12	1200	0,037
160	0,10	1400	0,032
200	0,09	2400	0,024

Figura 22: Tabela A.1 – Conversão de valores de taxa de percolação em taxa de aplicação superficial segundo NBR 13969/1997. Fonte: Adaptado a partir de ABNT, 1997, p. 25.

A FUNASA (2019) apresenta o seguinte teste para determinação da percolação dos solos (Figuras 42 a 44):

Os componentes minerais do solo classificados conforme o tamanho dos grãos são: areia, argila e silte. O tamanho das partículas governa o tamanho dos poros do solo, os quais, por sua vez, determinam o movimento da água por meio dele. Quanto maiores as partículas constituintes do solo, maiores os poros e mais rápida será a absorção, ou seja, a permeabilidade, que é a propriedade que representa uma maior ou menor dificuldade com que a percolação da água ocorre por meio dos poros do solo.

Nos materiais granulares não coesivos como as areias, por exemplo, há uma grande porosidade, o que facilita o fluxo de água por intermédio do solo, enquanto nos materiais finos e coesivos, como as argilas, ocorre o inverso, por apresentarem baixa permeabilidade. [...]

a) Teste de percolação do solo.

Um ensaio de percolação no solo, ou teste de percolação, é uma forma de avaliar a taxa de absorção ou permeabilidade do solo em uma determinada área. Sua finalidade é fornecer o coeficiente de percolação do solo [...]. Um teste prático pode ser feito como segue:

Execução do teste prático

- Cavar um buraco de 30 cm x 30 cm cuja profundidade deve ser a do fundo da vala, no caso
- do campo de absorção, ou a profundidade média, em caso de sumidouro e fossa absorvente.
- Colocar cerca de 5 cm de brita miúda no fundo do buraco.
- Encher o buraco de água e esperar que seja absorvida.
- Repetir a operação por várias vezes, até que o abaixamento do nível da água torne-se o mais lento possível.
- Medir, com um relógio e uma escala graduada em centímetros, o tempo gasto, em minutos, para um abaixamento de 1 cm. Este tempo (t) é, por definição, o tempo de percolação (tempo medido à profundidade média).
- De posse do tempo (t), pode-se determinar o coeficiente de percolação. [...] (FUNASA, 2019, p. 171-172)

[...] Coeficiente de infiltração

Por definição, o coeficiente de infiltração representa o número de litros que 1 m^2 de área de infiltração do solo é capaz de absorver em um dia. O coeficiente (C_i) é fornecido pelo gráfico [...] ou pela seguinte fórmula:

$$C_i = \frac{490}{t + 2,5}$$

C_i = Coeficiente de infiltração (litros/ m^2 .dia).
t = Tempo de percolação (minuto).



Exemplo 1 – Determinar o coeficiente de infiltração com os seguintes dados.

O teste de infiltração de um terreno indicou o tempo (t) igual a 4 minutos para o abaixamento de 1 cm na escala graduada. Qual o coeficiente de infiltração do terreno?

$$C_i = \frac{490}{t + 2,5} = \frac{490}{4 + 2,5} = \frac{490}{6,5} = 75,4 \text{ litros/m}^2 \cdot \text{dia}$$

O coeficiente de infiltração varia de acordo com os tipos de solo. [...] (FUNASA, 2019, p. 172).

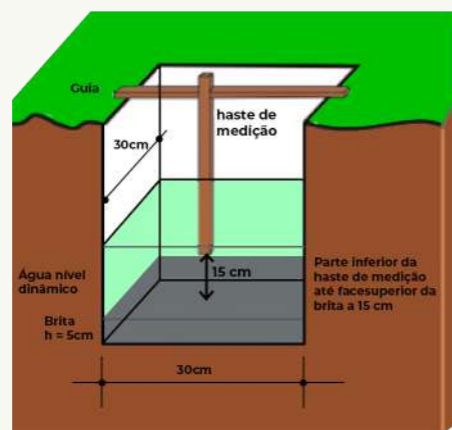


Figura 23: Teste de percolação. Fonte: Adaptado a partir de FUNASA, 2019, p. 171.

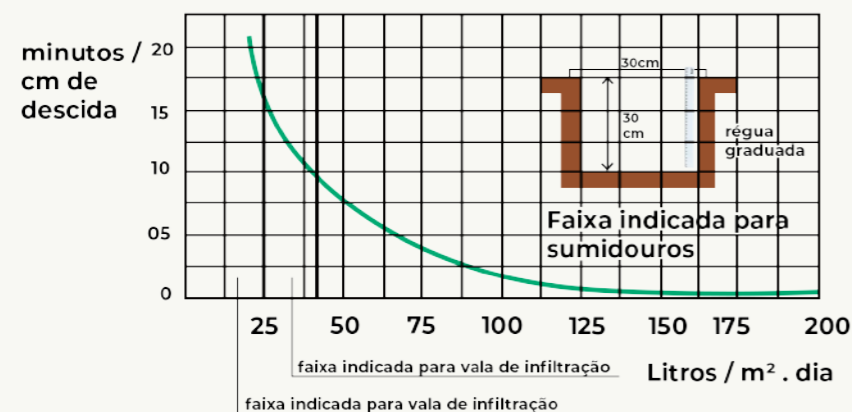


Figura 24: Gráfico para determinar o coeficiente de percolação. Fonte: Adaptado a partir de FUNASA, 2019, p. 172.

TIPOS DE SOLOS	COEFICIENTE DE INFILTRAÇÃO (litros/m2.dia)	ABSORÇÃO RELATIVA
Areia bem selecionada e limpa, variando a areia grossa com cascalho	Maior que 90	Rápida
Areia fina ou silte argiloso ou solo arenoso com humos e turfas, variando a solos constituídos predominantemente de areia e silte	60 a 90	Média
Argila arenosa e/ou siltosa, variando a área argilosa ou silte argiloso de cor amarela, vermelha ou marrom	40 a 60	Vagarosa
Argila de cor amarela, vermelha ou marrom medianamente compacta, variando a argila pouco siltosa e/ou arenosa	20 a 40	Semi-impermeável
Rocha, argila compacta de cor branca, cinza ou preta, variando a rocha alterada e argila medianamente compacta de cor avermelhada	Menor que 20	Impermeável

Figura 25: Absorção relativa do solo. Fonte: Adaptado a partir de FUNASA, 2019, p. 173, conforme adaptado de ABNT, 1993.

4. OUTROS TESTES EMPÍRICOS PARA TIPOS DE SOLO

Conforme reiterado, a forma correta de estabelecer a textura de solo e sua consequente capacidade de infiltração, que vai resultar em um valor de taxa de infiltração é realizá-la mediante a condução de metodologia por profissional capacitado, como geólogos ou geotécnicos. Para situações sem risco de colapso de solos ou solapamento de pisos, apresentamos mais alguns testes empíricos para percepção da textura de um determinado solo, como a seguir.

4.1 – Teste de fita

Segundo a plataforma Growit Buildit (2020), o teste de fita pode ser efetuado da seguinte forma:

Realizar uma escavação na altura aproximada em que se deseja a absorção de água. Pegar uma amostra de solo que possa manipular e amassar com as mãos, umedecendo-a para fazer uma bola ovalada. Tome cuidado para remover fragmentos de folhas, raízes, ou material orgânico, buscando manter a amostra somente com o solo (Figura 26).



Figura 26: teste de fita. Fonte: Adaptado a partir de Growit Buildit, 2020.

Pressione a amostra entre o polegar e o indicador formando uma fita achatada e vá empurrando para que aos poucos caminhe como uma fita para fora da mão (Figura 27).



Figura 27: teste de fita. Fonte: Adaptado a partir de Growit Buildit, 2020.



Quanto mais uniforme e longa ficar a fita, mais a amostra será composta de argila (Figura 27). Quanto mais quebradiça, mais será composta de areia. Repita a operação algumas vezes para confirmar a variação do resultado empírico da experiência.

Em um segundo momento, coloque uma pequena porção de solo na palma da mão e umedeça em quantidade, amassando a amostra. Perceba como está a textura da amostra de solo, se mais arenosa, ou fina como açúcar, mais rugosa, ou como farinha, mais macia, portanto mais argilosa (Figura 23). A tabela fornecida pelo autor classifica a percepção da textura e o comprimento da fita em relação à proporção empírica de argila, silte e areia da amostra (Figura 28).



Figura 28: Teste de fita e textura. Fonte: Adaptado a partir de Groit Buildit, 2020.

COMPRIMENTO DA FITA	TEXTURA			
	DIMENSÃO	ARENOSO	MACIO	NENHUM
	0	Areia	Areia	Areia
	0-1"	Franco arenoso	Franco siltoso	Franco
	1-2"	Franco argiloso arenoso	Franco arenoso siltoso	Argiloso
	>2"	Franco argiloso arenoso	Franco argiloso siltoso	Argiloso

Figura 29: Tabela de classificação a partir do teste de fita. Fonte: Adaptado a partir de Groit Buildit, 2020.

OBSERVAÇÃO: O termo "loam" corresponde a barro com partículas menos finas do que a argila (clay), composto de areia, silte, argila em proporções variável e húmus, ou seja, um solo fértil aerado.

4.2 – Teste da jarra

Segundo Milkwood (2021):

Por meio de um procedimento empírico fácil, é possível determinar aproximadamente a proporção entre areia, silte e argila de uma amostra de solo. É denominado teste da jarra. Preenche-se um vasilhame comum de tamanho médio, de vidro cilíndrico, com a amostra pura de solo que se deseja mensurar, até aproximadamente a metade. Recomenda-se colocar algumas gotas de detergente (ou sal). Completa-se o volume até 90% com água, deixando em torno de 10% de vazio para poder agitar intensamente o material com o pote fechado

com tampa rosqueada, por alguns minutos. Observe se o material se dissolveu uniformemente na água. Deixe o pote apoiado em uma superfície plana, horizontal, por um dia e observe como as camadas de solo vão se formando, até que a água fique praticamente pouco turva. Como as partículas de areia, silte e argila são, respectivamente, da mais pesada à mais leve, a camada de areia se depositará primeiramente, no fundo, a de silte, posteriormente, de modo intermediário e a de argila, ao final, mais lentamente, na parte superior. Marque linhas correspondentes à altura de cada camada e converta as proporções para que resultem em 100% como total (Figuras 30 e 31).

Exemplo:

5cm de areia/ 3,5cm de silte/ 1,5cm de argila correspondem a:
 $5 + 3,5 + 1,5 = 10\text{cm}$, portanto serão equivalentes a:
 50%, 35% e 15% respectivamente.



Figura 30: Teste da jarra. Fonte: Adaptado a partir de Milkwood, 2021.



Figura 31: Teste da jarra após decantação. Fonte: Adaptado a partir de Fraser Valley Rose Farm, 2017.

As medidas poderiam não ser tão coincidentes, como:
 4cm de areia/ 4,5 cm de silte/ 3 cm de argila, assim:
 $4 + 4,5 + 3 = 11,5$

Para conversão, como regra de três:

$$\begin{array}{r} 4 \text{ ---- } x \\ 11,5 \text{ --- } 100 \end{array}$$

Desse modo, $4 \times 100 / 11,5 = 34,78\%$ (areia)

De modo semelhante, temos: 39,13% (silte) e 26,08% (argila)

Prova: $34,78 + 39,13 + 26,09 = 100\%$



4.3 – Triângulo de solos (soil texture triangle)

Para determinar o tipo de solo é possível recorrer ao diagrama denominado Triângulo de Solos.

Segundo Valen (2021):

O triângulo de solos é um diagrama para verificar tipos de solo em função da proporção de areia, silte e argila encontrados em cada amostra (Figura 32).

O esquema em triângulo representa três extremos em cada vértice: areia, argila e silte, e um espectro de proporções diferenciadas intermediárias. As proporções variam, em cada uma das três arestas, de 0 a 100, respectivamente para área, silte e argila. Cada proporção de argila, silte e areia encontradas em amostras deve ser instalada em cada aresta correspondente. Encontrados dois pontos, por exemplos, segue-se direção da linha conforme informado na seta da tabela (e que é paralela à aresta contígua à direita). O cruzamento entre as linhas dará, como resultado, o ponto onde se encontra a proporção de solo e sua nomenclatura, dentro do espectro de variações (Valen, 2021).



GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SOLO	
D	alto potencial de escoamento com baixas taxas de infiltração. Características incluem argila, solos com lençol freático alto, solos com argila ou uma camada de argila próxima à superfície, e tipos de solos rasos sobre superfícies impermeáveis.
C	infiltração lenta e taxa potencial de transmissão de água. Características incluem textura franco-siltosa com uma camada resistente à transmissão de água ou tipos de solos com textura moderadamente fina ou fina.

B - Infiltração moderada e taxa potencial de transmissão de água. Características incluem textura franco-arenosa bem drenada e moderadamente fina a tipos de cascalhos.

A - Baixo potencial de escoamento e altas taxas de infiltração que oferecem uma alta taxa de transmissão. Características incluem tipos de areia profunda, bem drenada e cascalhos.

Figura 32: Triângulo de textura do solo. Fonte: Adaptado a partir de UACDC, 2010, p. 33.

No exemplo ilustrado na Figura 33, abaixo, as proporções são: Areia 60%/ Argila 20%/ Silte 20%. Resulta em um solo entre franco arenosa e franco argiloso arenosa. É possível verificar que, se há uma proporção de 60% ou mais de argila, o solo será considerado argiloso, bem como de 90% ou mais de areia, será um solo arenoso e da mesma maneira a partir de em torno de 90% de silte, se dá o mesmo.

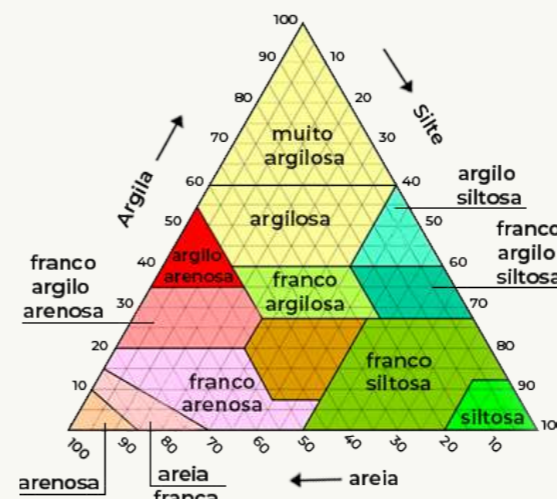


Figura 33: Triângulo de Solos. Fonte: Adaptado a partir de Smallholder Soil Health Assessment, c2023; Lemos e Santos, 1984, apud Veloso, S. I.; Valen, 2021.

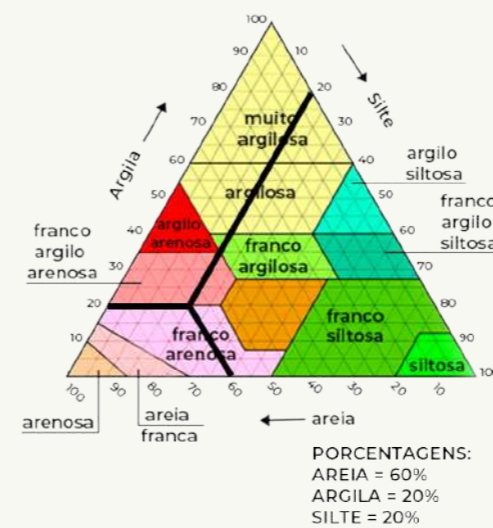


Figura 34: Utilização do triângulo de solo para determinação de tipo de solo. Fonte: Adaptado a partir de Smallholder Soil Health Assessment, c2023; Lemos e Santos, 1984, apud Veloso, S. I.; Valen, 2021.



4.4 – Métodos empíricos adicionais

Como uma alternativa de teste empírico, é possível recorrer aos manuais da FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) ou da USDA (United States Department of Agriculture)(Smallholder Soil Health Assessment, c2023).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (United Nations Food and Agriculture Organization – FAO) os seguintes passos podem ser realizados para um método sensorial de verificação de textura dos solos, conforme descritos pelo Smallholder Soil Health Assessment (c2023) (Avaliação de Saúde do Solo para Pequenos Agricultores).

Descrição do método de definição de solos da FAO. Fonte: Smallholder Soil Health Assessment, c2023 (Figura 35). As etapas de testagem predicadas são:

1. Do mesmo modo como o método de percepção da USDA, começa-se por conformar uma bola de diâmetro – 3cm, com solo amalgamado com água, sem pedras que podem interferir no teste (usar solo peneirado a 2mm é ótimo). A bola amalgamada precisa ter a quantidade conveniente de água para ser moldável sem aderir demasiadamente à mão e é importante amassar com paciência até misturar todo o solo seco com a água. Nós percebemos que frequentemente iniciantes acabam por adicionar muita água de modo que a massa se espalha mais do que para enrolar em forma de salsicha no passo seguinte. Se assim, adicione um pouco mais de solo. Se a bola não conseguir se formar, considere que este solo seja classificado como areia (ver figura acima).
2. Se a bola conseguir ser conformada, na sequência você pode tentar enrolar a bola em forma de salsicha, com em torno de 6-7mm de comprimento. Se a “salsicha” se desmontar conforme enrolada, o solo é classificado como areia franca.
3. Se uma salsicha de 6-7cm é formada, tente enrolar a salsicha além, como um “lápis” de 15-16cm de comprimento. Se o lápis não conseguir se formar e se desmontar, o solo é franco-arenoso.
4. Se o lápis conseguir se formar tente curvá-lo em um semicírculo. Se o semicírculo não puder se formar ou desmontar, o solo é franco, simplesmente.
5. Se o semicírculo puder se formar sem quebrar, tente continuar a curvar o “lápis” em um anel circular completo com um diâmetro aproximado de 5cm.
6. Se este anel não puder ser formado sem quebrar, o solo pode ser classificado como franco-siltoso ou siltoso.
7. Se o anel puder se formar mas algumas rachaduras aparecerem conforme ele for curvado, o solo pode ser de uma quantidade de tipos que tendem a ser argilosos sem ter suficiente argila para serem formalmente denominados argilas, como franco argiloso, argilo siltoso ou argilo arenoso. Esses são todos os tipos que se aproximam do tipo “argila” no triângulo textural [...], bem como o tipo franco argilo arenoso. Seguindo a mesma estratégia de sentir uma amostra úmida de solo no passo 5 do método sensorial do USDA [...] esses tipos podem também ser distinguidos.
8. Finalmente, se o anel puder ser formado com muito poucas rachaduras, e tender mais a se assemelhar a argila de oleiro do que a um solo, ele é provavelmente um solo tipo muito argiloso.”(FAO-UN apud Smallholder Soil Health Assessment, c2023).

Método sensorial da Organizações das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO):



1. Umideça e amasse o solo



2. Você consegue formar uma bola?



3. Você consegue formar uma “salsicha”?



4. Você consegue formar uma “lápis”?



5. O lápis pode ser transformado em um semicírculo?



6. O semicírculo pode ser curvado ainda mais em um círculo?

Figura 35: Passos de Método sensorial de definição de solos. Fonte: Adaptado a partir de FAO-UN apud Smallholder Soil Health Assessment, c2023.

O método sensorial proposto pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (United States Agriculture Department – USDA), conforme descreve o Smallholder Soil Health Assessment (c2023), assim consiste (Figura 36):

O método do USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos) é relativamente preciso se realizado algumas vezes. O passo final para acessar uma amostra úmida de solo virá mais facilmente se você tiver acessado um pouco de diferentes solos e puder notar a diferença entre a sensação arenosa e macia de um solo.

Entretanto, a imprecisão neste passo não resulta, usualmente, em muita diferença na classificação final, desde que, por exemplo, um solo de tipo franco argiloso estiver imediatamente adjacente a um solo franco, no diagrama de textura de solo [...]. Nós temos notado que os usuários de primeira viagem frequentemente encontram mais facilidade de uso no método da FAO [...]. Os dois métodos podem ser utilizados para checar-se entre si quando realizados em um solo, dado que ambos são relativamente rápidos e podem dar respostas semelhantes. (USDA apud Smallholder Soil Health Assessment, c2023)

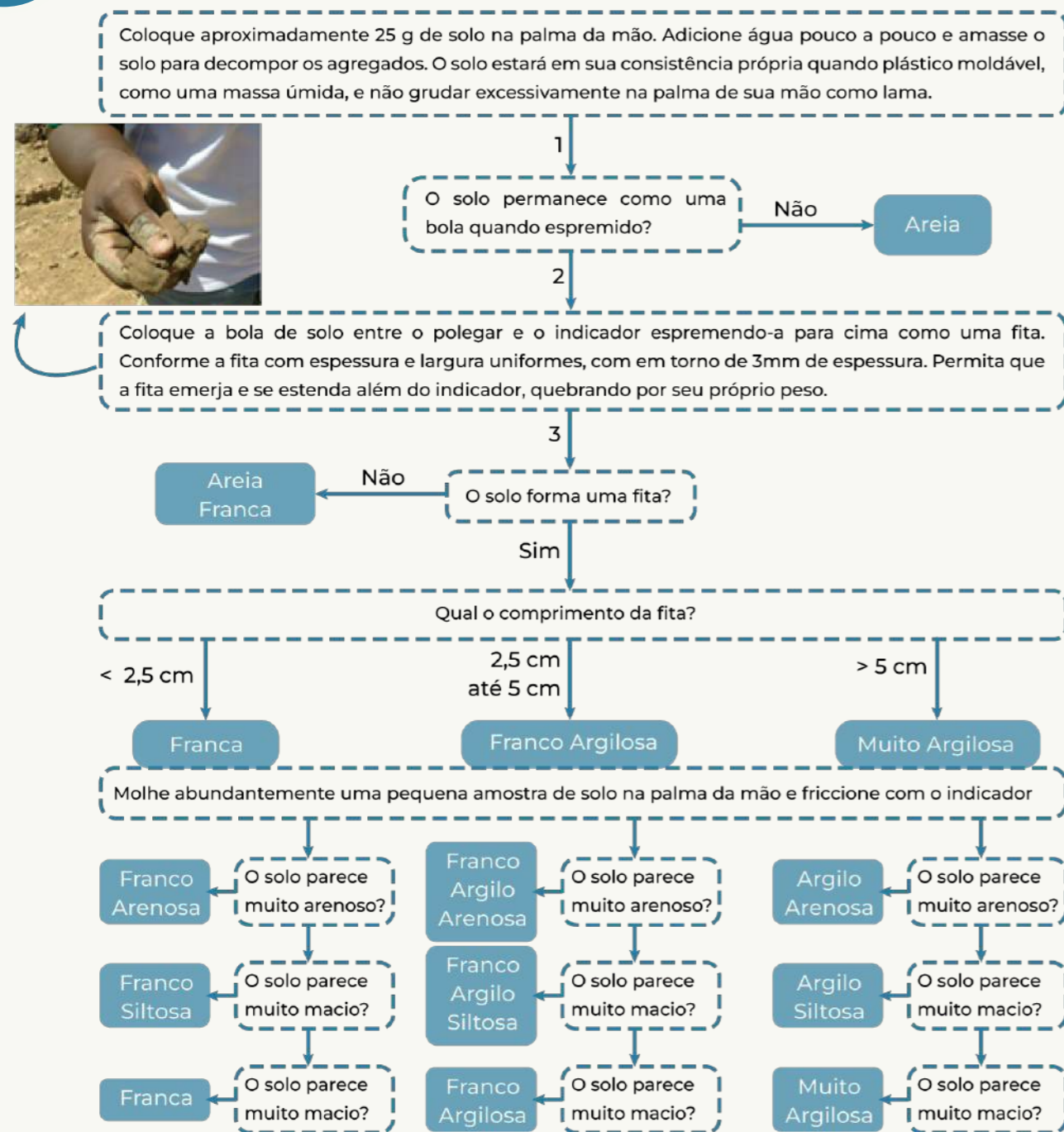


Figura 36: Passos do método sensorial do USDA. Fonte: Adaptado a partir de Smallholder Soil Health Assessment, c2023.

4.5 – Infiltrômetro de duplo anel

Testes para exame em laboratórios de solo podem ser realizados pelo infiltrômetro de duplo anel (Figura 37). Há diversas empresas especializadas que fornecem esta ferramenta. Entre estas, apresentamos a descrição realizada por divulgação de uma plataforma internacional, a Virtual Expo Group, relativa à MyAgriExpo (S. I.):

O infiltrômetro de duplo anel é um instrumento simples que é usado para determinar a taxa de infiltração de água no solo. A taxa de infiltração é determinada como a quantidade de água por área de superfície e unidade de tempo, que penetra nos solos. Esta taxa pode ser calculada com base nas medições e na lei Darcy. Várias medições podem ser executadas simultaneamente, produzindo um resultado médio muito confiável e preciso. Enquanto a água infiltrada verticalmente corre para o lado. O anel externo do infiltrômetro serve como uma separação. A medição ocorre exclusivamente no anel interno através do qual a água corre virtualmente verticalmente. Para obter bons resultados de medição, é muito importante ter em conta vários factores [SIC] que podem influenciar a medição: a vegetação superficial, a extensão em que o solo foi compactado, o teor de humidade do solo e as camadas de solo (estratos). (Virtual Expo Group, S. I., p. 1)

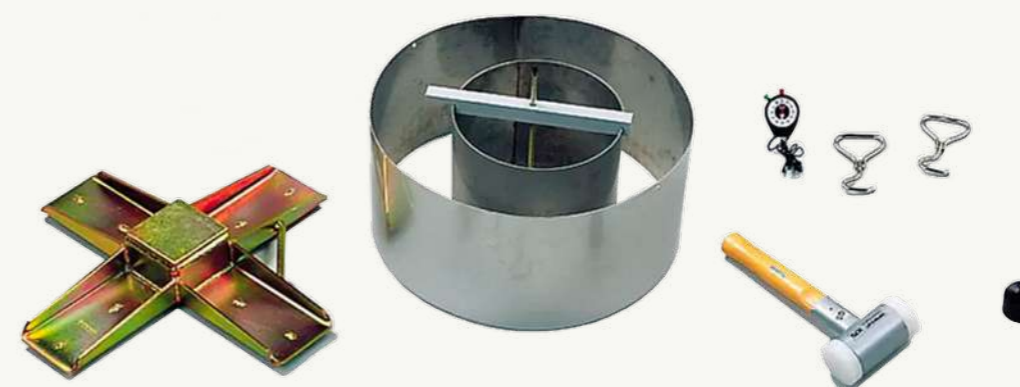


Figura 37: Superior: Peças componentes de um infiltrômetro de anel duplo. Fonte: Adaptado a partir de Virtual Expo Group, c2023, p. 1. Inferior: Infiltrômetro e duplo anel em operação. Fonte: Adaptado a partir de UPV, 2016.



No caso do infiltrômetro de duplo anel, a classificação da infiltração vertical da água no solo é realizada mediante a inundação inicial de uma superfície de solo com os dois cilíndricos concêntricos devidamente encravados até metade de sua altura, com lâmina d'água de 2 a 15cm dentro dos mesmos, após revestir o anel central com plástico. O cilindro externo pode ter diâmetro de 50cm ao passo que o interno pode ter diâmetro de 25cm, ou 40 e 20cm, por exemplo, e altura adequada, por volta de 15 a 30cm. A conferência de medidas é realizada no cilindro interno enquanto a inundação do espaço entre o cilindro interno e o externo se deu para reduzir efeitos de infiltração e dispersão lateral. Com dispositivo adequado ou régua, procede-se à medição do nível d'água e a velocidade, em intervalos de tempo determinados e sequenciais, acompanhando a infiltração vertical, dentro do cilindro interno, após a remoção do plástico de revestimento do anel central. Os dados obtidos são submetidos a fórmulas específicas que determinam a capacidade de infiltração (Fagundes et al., 2012; Rodrigues, 2013).

4.6 – Eficiência de medidas estruturais

O Manual de Drenagem do Município de São Paulo (Urban Drainage and Flood Control District, 1995 apud São Paulo, 2012b, p. 151) apresenta uma tabela em que são indicadas as eficiências de determinadas alternativas de controle e remoção de poluentes, entre as quais constam tipologias aplicadas semelhantes às preconizadas neste documento, como segue (Figura 38):

ALTERNATIVA DE CONTROLE	PORCENTAGEM DE REMOÇÃO (%)				
	SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	FÓSFORO TOTAL	NITROGÊNIO TOTAL	ZINCO	BACTÉRIA
Minimização da área diretamente conectada	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Faixas gramadas	10-20	0-10	0-10	0-10	n.d.
Valetas gramadas	20-40	0-15	0-15	0-20	n.d.
Bacias de retenção secas	50-70	10-20	10-20	30-60	50-90
Bacias de retenção alagadas	60-95	0-80	0-80	0-70	n.d.
Alagadiços	40	9-60	0-20	60	n.d.
Pavimento poroso	80-95	65	80-85	99	n.d.

Figura 38: Eficiência de medidas estruturais para controle e remoção de poluentes. Fonte: Adaptado a partir de São Paulo, 2012b, p. 151.

5. EXEMPLO DE CÁLCULO

Município: Caçapava

Chuva de projeto: (Figuras 21 e 22)

- **Intensidade de chuva "I" (em mm/h) = 76,6mm/h** (para 20 minutos de duração e tempo de retorno 2 anos)
- **Altura de chuva "P" (em mm) = 25,5mm** (para 20 minutos de duração e tempo de retorno 2 anos)

5.1 – Determinação da vazão de pico pelo método racional:

$$Q_p = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Q_p = Vazão de pico (m³/s)

C = Coeficiente de escoamento superficial

I = Precipitação média (mm/hora)

A = Área de drenagem superficial (em km²)

Para **coeficiente de escoamento superficial**, considerar:

- Asfalto para a rua = 0,85;
- Concreto para a calçada = 0,85;
- Área residencial com prédios/conjunto de apartamentos para os lotes = 0,65.

Para a **precipitação média**, foi considerada 76,6mm/h.

Para a **área de drenagem superficial**, considerar a contribuição de metade de uma rua de 10m de largura, portanto 5m; 3m de largura de calçada; quadra de 100m, tendo em vista a contribuição de um setor de ¼ da quadra, a saber, 25 metros; considerar a medida de 50m de comprimento entre a divisa frontal e de fundos dos lotes.

Portanto:

$$A_1 = \text{Área da rua} = 25 \times 5 = 125 \text{ m}^2 = 0,000125 \text{ km}^2$$

$$A_2 = \text{Área da calçada} = 25 \times 3 = 75 \text{ m}^2 = 0,000075 \text{ km}^2$$

$$A_3 = \text{Área dos lotes} = 25 \times 50 = 1250 \text{ m}^2 = 0,00125 \text{ km}^2$$

Considerar que a área dos lotes será conduzida para Jardim de Chuva e que a área da rua e calçada para canteiro de chuva.



Substituindo os valores na fórmula acima, para definição das vazões de pico, tem-se:

Vazão de pico "Q_p" Jardim de Chuva (lotes):

$$Q_p = \frac{0,65 \cdot 76,6 \cdot 0,00125}{3,6} = 0,0173 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vazão de pico "Q_p" Biovaleta (rua e calçada):

$$Q_p = \frac{0,85 \cdot 76,6 \cdot (0,00125 + 0,000075)}{3,6} = 0,0036 \text{ m}^3/\text{s}$$

5.2 – Determinação do Volume "V" de escoamento captado*

$$V = \frac{C \cdot P \cdot A}{1000}$$

V = Volume de escoamento (em m³)

P = Altura de chuva (em mm)

A = Área de captação (em m²)

C = Coeficiente de escoamento

Substituindo os valores na fórmula acima, para definição dos volumes de escoamento, têm-se:

Volume de escoamento captado "V" Jardim de Chuva (lotes):

$$V = \frac{0,65 \cdot 25,5 \cdot 1250}{1000} = 20,71 \text{ m}^3$$

Volume de escoamento captado "V" Biovaleta (rua e calçada):

$$= \frac{0,85 \cdot 25,5 \cdot (125 + 75)}{1000} = 4,335 \text{ m}^3$$

5.3 – Determinação do coeficiente de Infiltração "C_i" de escoamento*

Supondo a realização de teste de infiltração em que chega-se a valor de 50 litros/m².dia, que equivale a textura de solo de argila arenosa e/ou siltosa, variando a areia argilosa ou silte argiloso de cor amarela, vermelha ou marrom (absorção relativa vagarosa), tem-se:

$$C_i = 50 \text{ litros/m}^2 \cdot \text{dia} = 0,05 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$$

5.4 – Determinação da altura máxima de espelho d'água da aplicação*

Para 2 dias de infiltração (máximo), tem-se:

$$H_{esp} = 0,05 \cdot 2 = 0,10 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot 2 \text{ dias}$$

5.5 – Determinação da área da aplicação para total infiltração*

$$A_{aplicação} = \frac{V}{H_{esp}}$$

Substituindo os valores na fórmula acima, para definição da altura máxima de espelho d'água aplicação, têm-se:

Área "A_{idc}" para total infiltração Jardim de Chuva (lotes):

$$A_{adj} = \frac{20,71}{0,1} = 207,10 \text{ m}^2$$

Área "A_{ctc}" para total infiltração Biovaleta (rua e calçada):

$$A_{biv} = \frac{4,335}{0,1} = 43,35 \text{ m}^2$$

5.6 – Verificação da área disponível para a aplicação:

Jardim de Chuva (lote)

Sendo a área correspondente aos lotes dada pela multiplicação da largura total pelo comprimento (distância entre a divisa de frente e divisa dos fundos), a área total dos lotes foi dada como:

$$A_3 = \text{Área dos lotes} = 25 \cdot 50 = 1250 \text{ m}^2$$

A proporção de área necessária para Canteiro de Chuva perante a área total dos lotes seria, assim:

$$x = \frac{207,10 \cdot 100}{1250} = 16,57\%$$



Este valor, a princípio, não é excessivo, podendo resultar em um Jardim de Chuva com as medidas, por exemplo, de 14,41m x 14,41m, ou de 10,36 x 20m. No entanto, supondo que os espaços livres para tal área não sejam disponíveis, é possível realizar um Jardim de Chuva com área menor e camada de pedra para reservação de parte do escoamento captado, mantendo-se a altura de espelho d'água máxima como 10cm.

Nesse caso, supondo que a área disponível para instalação do Jardim de Chuva seja de 100,00m², ou seja, 10% da área total dos lotes, para o armazenamento temporário do escoamento excedente, verifica-se as alturas necessárias a partir do volume de vazios dos materiais, a partir de Canholi (2014, p. 43), em que: pedra = 30% e areia = 25%, solo plantante misturado com areia e composto ~ 10%.

Assim, o volume a infiltrar é dado pela multiplicação da área pela altura máxima da lâmina d'água passível de infiltração em 48 horas, a saber:

$$V_{infiltração} = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ m}^3$$

O volume armazenado no solo plantante, com uma camada, por exemplo, de 30cm, é dado pela multiplicação da área pela altura desta camada e pela proporção de vazios, a saber:

$$V_{solo} = 100 \cdot 0,3 \cdot 0,1 = 3 \text{ m}^3$$

Para uma camada de areia de 10cm, o volume de armazenamento resultante perfaz o valor da multiplicação da área pela altura e pela proporção de vazios, a saber:

$$V_{areia} = 100 \cdot 0,1 \cdot 0,25 = 2,5 \text{ m}^3$$

Sendo o volume total do escoamento captado 20,71m³, subtraindo-se desde total os volumes anteriores tem-se como volume necessário para armazenamento temporário na camada de pedra:

$$V_{pedra} = 20,71 - 10 - 3 - 2,5 = 5,21 \text{ m}^3$$

A altura da camada de pedra, portanto, se dá pelo volume de pedra dividido pela área do Jardim de Chuva, ou seja:

$$H_{pedra} = \frac{5,21}{100} = 0,0521 \text{ m} = 5,21 \text{ cm}$$

Se, em pior condição, o solo plantante for considerado saturado e também não considerando qualquer valor de evapotranspiração, elimina-se o valor do volume armazenado temporariamente no mesmo, o que resultaria no volume de pedra e na altura de camada de pedra, respectivamente, como:

$$V_{pedra} = 20,71 - 10 - 2,5 = 8,21 \text{ m}^3$$

$$H_{pedra} = 8,21 = 8,2 \text{ m (arredondando-se para 10cm)}$$

Biovaleta (rua e calçada)

Sendo a largura da calçada = 3,00m é possível deixar uma largura de 1,20m para pedestres e 1,8m para a aplicação. Neste caso o comprimento resultante da aplicação "C_{biv}" seria resultando da divisão da área total pela largura, a saber:

$$C_{biv} = \frac{43,35}{1,8} = 24,085 \text{ m}$$

Como o comprimento estabelecido para o trecho é um setor de ¼ da quadra, a saber, 25 metros, depreende-se que seja possível a realização do canteiro de chuva com esta medida sem necessidade de camada de pedra para armazenamento e ou tubo de extravasão, que poderão ser instalados mediante as condições locais.

Canteiro de chuva (rua e calçada)

Caso se opte por dois Canteiros de Chuva como aplicação, aproveitando a largura de 1,80m de calçada somada a uma vaga verde na rua, com largura de 2m e comprimento de 5m, a área resultante para cada canteiro seria:

$$A_{cdc} = 5,00 \cdot 3,80 = 19,00 \text{ m}^2$$

Assim, para cada canteiro, o volume a infiltrar é dado pela multiplicação da área pela altura máxima da lâmina d'água passível de infiltração em 48 horas, a saber:

$$V_{infiltração} = 19,00 \cdot 0,10 = 1,9 \text{ m}^3$$

Considerando o solo plantante saturado e desconsiderando qualquer valor de evapotranspiração, para uma camada de areia de 10cm, o volume de armazenamento resultante para cada canteiro perfaz o valor da multiplicação da área pela altura e pela proporção de vazios, a saber:



$$V_{\text{areia}} = 19,00 \cdot 0,10 \cdot 0,25 = 0,475 \text{ m}^3$$

Sendo o volume total do escoamento captado $43,35\text{m}^3$, dividindo-se este valor por dois canteiros e subtraindo-se deste total os volumes anteriores tem-se como volume necessário para armazenamento temporário na camada de pedra em cada canteiro:

$$V_{\text{pedra}} = \left(\frac{43,35}{2} \right) - 1,9 - 0,475 = 19,30 \text{ m}^3$$

A altura da camada de pedra para cada canteiro, portanto, se daria pelo volume de pedra dividido pela área do Canteiro de Chuva, ou seja:

$$H_{\text{pedra}} = \frac{19,30}{19} = 1,02 \text{ m}$$

6. EXEMPLO DE CÁLCULO PARA BACIA DE INFILTRAÇÃO

Considerando os seguintes dados para chuva de projeto para uma bacia de infiltração:

- **Intensidade de chuva "i" (em mm/h)** = 87,6mm/h (60 minutos de duração e tempo de retorno de retorno 100 anos)
- **Altura de chuva "P" (em mm)** = 87,6mm (60 minutos de duração e tempo de retorno 2 anos)

E pressupondo, a título de exemplo, um tempo de concentração de 20 minutos, apresenta-se um exemplo de cálculo.

6.1 – Determinação da vazão de pico pelo método racional

$$Q_p = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Q_p = vazão de pico (m^3/s) C = coeficiente de escoamento superficial
I = precipitação média (mm/hora) A = área de drenagem superficial (em km^2)

Para **coeficiente de escoamento superficial**, considerar:

- Asfalto para a rua = 0,85;
- Concreto para a calçada = 0,85;
- Área residencial com prédios/conjunto de apartamentos para os lotes = 0,65.

Para a **precipitação média**, foi considerada 87,6mm/h.

Para a **área de drenagem superficial**, considerar a contribuição de metade de uma avenida de 15m de largura, portanto 7,5m; 5m de largura de calçada; quadra de 100m x 100m.

Portanto:

$$\begin{aligned} A_1 &= \text{Área da rua} = 100 \times 7,5 = 750\text{m}^2 = 0,00075\text{km}^2 \\ A_2 &= \text{Área da calçada} = 100 \times 5 = 500\text{m}^2 = 0,0005 \text{ km}^2 \\ A_3 &= \text{Área da quadra} = 100 \times 100 = 10.000\text{m}^2 = 0,01\text{km}^2 \\ A &= 11.250\text{m}^2 = 0,011\text{km}^2 \end{aligned}$$

Realizando o cálculo para proporcionar o coeficiente de escoamento superficial tem-se:

$$C_{\text{médio}} = \frac{(A_1 \cdot C_1) + (A_2 \cdot C_2) + (A_3 \cdot C_3)}{A}$$

Ou seja:

$$C_{\text{médio}} = \frac{(750 \cdot 0,85) + (500 \cdot 0,85) + (10000 \cdot 0,65)}{11250} = 0,672$$

Substituindo os valores na fórmula do método racional, para definição da vazão de pico, tem-se:

Vazão de pico "Qp" Bacia de Infiltração:

$$\begin{aligned} Q_p &= \frac{0,672 \cdot 87,6 \cdot 0,011}{3,6} = 0,180 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q_p &= 0,18 \cdot 60 = 10,8 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

6.2 – Determinação do volume pelo método SCS

O método SCS determina um hidrograma triangular simplificado considerando as seguintes fórmulas (Canholi, 2014, p. 121; Graciosa, 2021a ; 2021c):

$$\begin{aligned} t_r &= 0,6 t_c \\ t_a &= \frac{D}{2} + t_r \\ t_b &= t_a + 1,67 t_c \\ t_b &= 2,67 t_c \\ V &= \frac{Q_p \cdot t_b}{2} \end{aligned}$$



t_r = Tempo de resposta da bacia
 t_c = Tempo de concentração (20 minutos)
 t_a = Tempo de ascensão ou tempo de ocorrência do pico
 D = Duração da precipitação excedente (60 minutos)
 t_b = Tempo de base
 t_e = Tempo recessão
 V = Volume total do escoamento superficial captado

Substituindo-se os valores nas fórmulas acima, tem-se:

$$t_r = 0,6 \cdot 20 = 12 \text{ min}$$

$$t_a = \frac{60}{2} + 12 = 42 \text{ min}$$

$$t_b = 42 + 70,14 = 112,14 \text{ min}$$

$$t_b = 2,67 \cdot 42 = 112,14 \text{ min}$$

$$V = \frac{10,8 \cdot 112,14}{2} = 605,56 \text{ m}^3$$

6.3 – Determinação do coeficiente de Infiltração “ C_i ” de escoamento

Supondo a realização de teste de infiltração em que chega-se a valor de 90 litros/m².dia, que equivale a textura de solo de areia fina ou silte argiloso ou solo arenoso com humos e turfas, variando a solos constituídos predominantemente de areia e silte, tem-se:

$$C_i = 90 \text{ litros/m}^2 \cdot \text{dia} = 0,09 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$$

6.4. Determinação da altura máxima de espelho d’água da aplicação

Para 2 dias de infiltração (máximo), tem-se:

$$H_{esp} = 0,09 \cdot 2 \cdot 2 = 0,36 \text{ m}$$

6.5 – Determinação da área da aplicação para total infiltração

$$A_{aplicação} = \frac{V}{H_{esp}}$$

Substituindo os valores na fórmula acima, para definição da altura máxima de espelho d’água aplicação, têm-se:

Área “ A_{bi} ” para total infiltração Bacia de Infiltração:

$$A_{bi} = \frac{605,56}{0,18} = 3364,22 \text{ m}^2$$

6.6 – Verificação da área disponível para a aplicação

Este valor, a princípio, não é excessivo, se houver espaços livres estrategicamente localizados, podendo resultar em uma Bacia de Infiltração com as medidas, por exemplo, de 58m x 58m, ou de 41m x 82 m, se obedecida a proporção entre os lados da bacia de 2:1. No entanto, supondo que os espaços livres para tal área não sejam disponíveis, é possível realizar uma Bacia de Infiltração com área menor e camada de pedra para reservação de parte do escoamento captado, mantendo-se a altura de espelho d’água máxima como 18cm.

Nesse caso, supondo que a área disponível para instalação do Jardim de Chuva seja de 1.125,00m², ou seja, 10% da área total de captação, para o armazenamento temporário do escoamento excedente, verifica-se as alturas necessárias a partir do volume de vazios dos materiais, a partir de Canholi (2014, p. 43), em que: pedra = 30% e areia = 25%. A dimensões das laterais da Bacia de Infiltração, guardada a proporção de 2:1, passam a ser, portanto, de 47,43m x 23,72m.

Assim, o volume a infiltrar é dado pela multiplicação da área pela altura máxima da lâmina d’água passível de infiltração em 48 horas, a saber:

$$V_{infiltração} = 1125 \cdot 0,18 = 202,50 \text{ m}^3$$

Para uma camada de areia de 20cm, o volume de armazenamento resultante perfaz o valor da multiplicação da área pela altura e pela proporção de vazios, a saber:

$$V_{areia} = 1125 \cdot 0,20 \cdot 0,25 = 56,25 \text{ m}^3$$

Sendo o volume total do escoamento captado 605,56m³, subtraindo-se desde total os volumes anteriores tem-se como volume necessário para armazenamento temporário na camada de pedra:

$$V_{pedra} = 605,56 - 202,50 - 56,25 = 346,81 \text{ m}^3$$

A altura da camada de pedra, portanto, se dá pelo volume de pedra dividido pela área da Bacia de Infiltração, ou seja:

$$H_{pedra} = \frac{346,81}{1125} = 0,31 \text{ m}$$

As tipologias aplicadas, bem como todos seus componentes, tais como vertedouros, elementos de extravasão, redutores de energia, entre outros, devem ser cuidadosamente calculadas mediante a realização de investigações sobre as condições locais de sua implantação para a confecção de projetos executivos por profissionais devidamente habilitados, sendo os cálculos apresentados neste documento, apenas expressos a título de exemplos ou sugestões preliminares.



DESENVOLVIMENTO DE BAIXO IMPACTO

*Low Impact Development - LID
EUA*

O Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID) é uma abordagem de gestão de águas pluviais ecologicamente baseada, que favorece a engenharia branda para manejar a precipitação no local, através de um tratamento vegetado em rede. O objetivo do LID é sustentar um regime hidrológico local pré-desenvolvimento, ao utilizar técnicas que infiltram, filtram, armazenam e evaporam o escoamento de águas pluviais próximo à sua fonte. Ao contrário do convencional “pipe-and-pond”, infraestrutura de transporte que canaliza o escoamento para outro lugar através de tubulações, caixas de captação, meios-fios e sarjetas, o LID remedia o escoamento poluído através de um rede de paisagens de tratamento distribuído. (tradução do texto original de UACDC, 2010, p. 2). O Centro de Design Comunitário da Universidade de Arkansas (University of Arkansas Community Design Center) disponibiliza um manual que sistematiza o denominado Desenvolvimento de Baixo Impacto (Low Impact Development (UACDC, 2010), ou Urbanismo de Baixo Impacto, com respeito a sua aplicação a edificações, propriedades, ruas e espaços livres.

Implementação

Para sua implementação, o UACDC (2010) organiza a rede LID de modo multiescalar, conforme diferentes dimensões e tipos de solo, preconizando recarga das águas subterrâneas e armazenamento para reuso; manejo ecologicamente baseado de águas pluviais; desenho de ruas com jardins, manejo de chuvas e atenuamento do trânsito, espaços livres como rede verde, que promove serviços ecossistêmicos vitais na escala da bacia.

Centro de Design Comunitário da Universidade de Arkansas

University of Arkansas Community Design Center (UACDC)

Aplicações tipológicas exemplificadas pelo UACDC

- Coleta e reservação de águas pluviais de coberturas;
- Tetos verdes;
- Muros e telas verdes;
- Barris e cisternas de reservação e reuso;
- Jardins biodiversos;
- Redução de superfícies impermeáveis de piso;
- Utilização de espécies nativas autossuficientes;
- Jardins de chuva;
- Biovaletas;
- Desenho da ocupação de lotes e quadras mais permeáveis e verdes;
- Pisos permeáveis;
- Desenho de estacionamentos com drenagem permeável de diversas morfologias;
- Arborização de ruas;
- Estreitamento de vias com elementos vegetalizados funcionais de manejo de águas pluviais;
- Eco bulevares;
- Áreas úmidas construídas;
- Faixas filtrantes;
- Avenidas parques;
- Associação a ciclovias;
- Vias verdes;
- Parques de tratamento de água;
- Parques de reservação de água;
- Bacias de detenção;
- Bacias de retenção;
- Bacias de infiltração;
- Pavimentos permeáveis;
- Caixas filtrantes de árvores;
- Trincheiras de infiltração;
- Restauração ripária;
- Detenção subterrânea;
- Filtros de areia subterrâneos e superficiais.

Princípios do Manual do UACDC

- Possibilidade de que a infraestrutura urbana englobe funções ecológicas para servir como um ativo cívico, mais além da estrita responsabilidade ambiental;
- Repor os cursos d'água originais, a fecundidade do solo e das plantas, entendendo a paisagem como multipropositiva, ao invés dos sistemas construídos monofuncionais;
- Entendimento de que, em uma bacia, uma área impermeável acima de 10% começa a apresentar evidências de degradação de ecossistemas fluviais e, a partir de 30%, é associada a degradações muito severas.

17 Serviços Ecossistêmicos

1. Regulação atmosférica;
2. Regulação climática;
3. Regulação de alterações;
4. Regulação da água;
5. Suprimento de água;
6. Controle de erosão e retenção de sedimentos;
7. Formação de solo;
8. Ciclo de nutrientes;
9. Tratamento de resíduos;
10. Polinização;
11. Controle de espécies;
12. Refúgio do habitat;
13. Produção de alimentos;
14. Produção de matéria-prima;
15. Recursos genéticos;
16. Recreação;
17. Enriquecimento cultural.



Definições das aplicações

Com respeito às aplicações constantes no presente Memorial, a UACDC (2010) define:

Jardins de chuva: um jardim de chuva é uma depressão plantada projetada para infiltrar escoamento de águas pluviais, mas não retê-lo.

Um jardim de chuva é comumente conhecido como instalação de biorretenção. A mitigação da poluição das águas pluviais é realizada através de processos de fitorremediação, à medida que o escoamento passa através da comunidade vegetal e do solo. Os jardins de chuva combinam camadas de matéria orgânica, solo arenoso para infiltração e cobertura vegetal morta, para promover a atividade microbiana. Plantas nativas são recomendadas, com base em suas sinergias intrínsecas com o clima, solo e condições de umidade locais, sem o uso de fertilizantes e produtos químicos. Os jardins de chuva são melhor aplicados em escala relativamente pequena. Eles funcionam bem ao longo de calçadas e em áreas baixas de uma propriedade.

Os jardins de chuva devem estar localizados a pelo menos 3 metros de distância dos edifícios para evitar infiltração de água nas fundações ou sob as residências, causando problemas de mofo e bolor. Além disso, a localização longe de árvores de grande porte permite a exposição à luz solar para que os jardins de chuva possam secar entre as tempestades. (tradução do texto original de UACDC, 2010, p. 178).

Os jardins de chuva são uma excelente forma de aumentar a infiltração no local, em gramados existentes. Eles aproveitam as áreas baixas como pontos naturais de captação de escoamento superficial e toleram períodos de umidade extrema e seca. Além dos benefícios estéticos, os jardins de chuva facilitam a biorremediação — a remoção e decomposição de poluentes por meio de processos vegetais. Para estacionamentos, ilhas de árvores podem ser transformadas em instalações de tratamento de águas pluviais, cortando ou removendo meios-fios e aprofundando ilhas para receber escoamento de águas pluviais de superfícies impermeáveis. (tradução do texto original de UACDC, 2010, p. 66-67)

Biovaletas: Uma biovaleta é um canal aberto, vegetalizado, suavemente inclinado, projetado para tratamento e transporte de escoamento de águas pluviais. Biovaletas são dispositivos de bioretenção, nos quais a mitigação de poluentes ocorre por meio de fitorremediação por vegetação facultativa. Biovaletas combinam tratamento e serviços de transporte, reduzindo os custos de terra, por eliminar a necessidade para sistemas dispendiosos de transporte convencionais. A principal função de uma biovaleta é tratar o escoamento de águas pluviais à medida que este é transportado, enquanto a principal função de um jardim de chuva é tratar o escoamento de águas pluviais à medida que ele é infiltrado. Biovaletas são geralmente localizadas ao longo de estradas, ruas ou vagas de estacionamento, onde a área de contribuição seja menor de cinco acres [aprox. 20.000m²]. Biovaletas exigem cortes de meio-fio, sarjetas ou outros dispositivos que direcionem o fluxo para eles. Eles podem exigir um dreno subterrâneo onde a permeabilidade do solo seja limitada, bem como uma grelha de transbordamento, para eventos de tempestade maiores. (tradução do texto original de UACDC, 2010, p. 182).

Bacia de detenção: as bacias de detenção, ou lagoas secas, são bacias de águas pluviais projetadas para interceptar o escoamento de águas pluviais para represamento temporário e condução de descarga para um sistema de transporte ou corpo d'água receptor.

As bacias de detenção são projetadas para evacuar completamente a água de tempestades, geralmente dentro de 24 horas. Elas principalmente fornecem controle de volume de escoamento, reduzindo vazões de pico que causam erosão a jusante e perda de habitat aquático. Como uma regra geral, as bacias de detenção devem ser implementadas para áreas de drenagem maiores de 10 acres [400m²]. Em locais menores, pode ser difícil estabelecer controle, uma vez que as especificações de diâmetro de saída necessárias para controlar pequenos eventos de tempestade são pequenas e, portanto, propensas a entupimento. Além disso, os custos de tratamento por acre [área] são reduzidos quando implementados em escalas maiores.

A ressuspensão de material sedimentado é uma grande preocupação nestes sistemas, exigindo remoção periódica de sedimentos, detritos e poluentes. As bacias de detenção não provêm infiltração e, portanto, são melhor utilizadas dentro de uma rede que fornece informações biológicas tratamento. (tradução do texto original de UACDC, 2010, p. 154)

As “Aplicações” constantes no presente Memorial, a saber, “Jardim de Chuva”, “Biovaleta”, “Canteiros de Chuva” ou canteiros pluviais e “Bacias de Infiltração” e seus complementos são assim definidos pela EPA (2023):

Superfícies de biorretenção: Superfícies de biorretenção são depressões paisagísticas rasas que permitem que o escoamento se acumule em uma área designada e depois seja filtrado pelo solo e pela vegetação. As áreas de biorretenção de pequena escala também são conhecidas como jardins de chuva. [...]

Biovaletas e valetas secas: Valetas são caminhos de drenagem ou canais com vegetação usados para transportar água. Elas podem ser usadas em pequenas áreas de drenagem com baixo escoamento, em vez de esgotamentos pluviais subterrâneos ou canais abertos de concreto. Valetas ajudam a retardar o escoamento, facilitam a infiltração e filtram os poluentes à medida que o escoamento flui através do sistema. [...]

Eliminação de meio-fio e sarjeta: Meio-fio e sarjeta coletam e transportam o escoamento rapidamente para um dreno de águas pluviais, sem permitir infiltração ou remoção de poluentes. A eliminação de meios-fios ou a adição de cortes nos meios-fios permite que o escoamento seja direcionado para áreas permeáveis e filtrado por meio de recursos LID. Valetas também podem ser usadas para substituir meios-fios e calhas como forma de transmitir o escoamento.

Faixas filtrantes vegetalizadas: As faixas filtrantes vegetalizadas são faixas de vegetação densa através das quais o escoamento é direcionado. Elas são melhores para áreas levemente inclinadas, onde o fluxo canalizado não é provável. As faixas filtrantes podem tratar o escoamento de estradas e rodovias, calhas de telhado, estacionamentos muito pequenos e superfícies impermeáveis. (tradução do texto original de EPA, 2023)



MELHORES PRÁTICAS DE MANEJO

Best Management Practices - BMP
EUA

O portal Bigrentz (2022) salienta que as BMPs para gestão de águas pluviais são úteis para proteção do meio ambiente, contribuindo para a qualidade das águas e da saúde, pela redução de poluentes presentes no escoamento das chuvas, como sedimentos, dejetos de animais, gasolina, contaminantes químicos, fertilizantes e pesticidas, coletando-os de forma próxima às próprias superfícies impermeáveis de origem, tais quais estacionamentos, ruas e calçadas, evitando que sejam transportados pelos sistemas de drenagem convencional até atingir os cursos d'água, lagos e oceanos.

Benefícios da aplicação

O portal Bigrentz aponta como benefícios da aplicação de BMPs: Proteção e melhor qualidade da água; benefícios econômicos e redução de custos; melhor controle das cheias e proteção do público; proteção do solo; espaços de qualidade com amenidades ambientais, para recreação e bem-estar humanos, com benefícios ao ecossistema.

Para a Universidade de Virginia, estas práticas impactam em:

- Reduzir poluentes para melhoria da qualidade da águas;
- Reduzir o volume de fluxo pela infiltração das águas pluviais, no sentido de evitar inundações e erosão a jusante.

O Guia para Melhores Práticas de Manejo de Águas Pluviais de Chicago salienta:

- A redução de custos e proteção dos recursos hídricos pela utilização das BMPs, com maior qualidade;
- Autonomia hídrica da cidade e qualidade de vida, conservando e protegendo os recursos para as gerações futuras.

Tipologias utilizadas

Bigrentz

- PONTUAIS**
 - Filtros de areia superficiais
 - Barris de chuva
 - Cisternas
 - Jardins de chuva
 - Bacias de infiltração
 - Lagoas úmidas (ou bacias de retenção)
 - Bacias de detenção
- LINEARES**
 - Valas gramadas
 - Trincheiras de infiltração
 - Biovaletas filtrantes
 - Filtros de areia não superficiais
- SUPERFÍCIE**
 - Tetos verdes
 - Pavimentos permeáveis

Universidade de Virginia

- Cisternas e barris de chuva para reuso;
- Valetas de biofiltração, biovaletas e jardins de chuva;
- Trincheiras de infiltração;
- Separadores de água e óleo;
- Pavimentos;
- Dispositivos de filtragem e sedimentação;
- Afloramento de córregos;
- Bacias de detenção de águas pluviais ou lagoas secas;
- Detenção subterrânea;
- Tetos verdes;
- Lagoas úmidas;
- Zonas úmidas.

Chicago

- Tetos verdes;
- Barris de chuva e cisternas;
- Pavimentos permeáveis;
- Espaços livres naturais;
- Faixas filtrantes;
- Jardins de chuva como bioinfiltração;
- Valetas drenantes
- Bacias de detenção naturalizadas.

SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

Sustainable Urban Drainage Systems – SuDS
Reino Unido

Os SuDS se caracterizam por um conjunto de técnicas de manejo em rede, para armazenamento e reuso de águas superficiais na fonte, o que busca reduzir as vazões e a velocidade de fluxo de água pluviais e melhorar a qualidade da água, compreendendo sistemas de infiltração para recarga dos aquíferos, devidamente adequados à estabilidade dos solos.

Em correspondência às Soluções baseadas na Natureza (IUCN, 2016; Cohen-Schacham et al., 2016), tema este que consta em capítulo analítico em documento do Estado de São Paulo (Luciani; Luz, 2022), verifica-se sua semelhança ao que preconiza o British Geological Survey (UKRY, c2023), com respeito aos Sistemas de Drenagem Sustentável, que, neste caso, já se articulam a normas e estatuto legal:

Ao imitar os regimes de drenagem naturais, os SuDS visam reduzir as inundações das águas superficiais, melhorar a qualidade da água e aumentar o porte da comodidade e da biodiversidade do ambiente. Os SuDS conseguem isso reduzindo as taxas de fluxo, aumentando a capacidade de armazenamento de água e reduzindo o transporte de poluição para o ambiente aquático. A necessidade de drenagem alternativa, como os SuDS, provavelmente aumentará, para enfrentar os desafios ambientais, como as alterações climáticas e o crescimento populacional.

As disposições relativas aos SuDS e às normas nacionais exigidas para a sua concepção, construção, manutenção e operação estão incluídas na Lei de Gestão de Inundações e Águas de 2010. (tradução do texto original de UKRY, c2023)

Atuação

Atuam por interceptação em telhados, para armazenamento e reuso, como em tetos verdes; para maior evapotranspiração, pré-tratamento, como em biovaletas ou trincheiras de filtragem; infiltração em valas ou drenos, que se baseiam em processos naturais; retenção em lagoas, bacias e áreas úmidas, retardando a condução a cursos d'água (UKRI, c2023).



DRENAGEM URBANA SENSÍVEL À ÁGUA

Water Sensitive Urban Drainage – WSUD
Austrália

A **Water by Design** (2020), iniciativa do **Programa Saúde, Terra & Água** (Health, Land & Water, c2020) apresenta o Desenho Urbano Sensível à Água (WSUD) como: “um conjunto de princípios que pode ser aplicado para gerir a água de forma sustentável, proporcionando oportunidades para a indústria de desenvolvimento, o governo local e para suas comunidades alcançarem cidades mais habitáveis, com cursos de água vibrantes e saudáveis. (tradução do texto original de Water by Design, c2020).

Este programa, reconhecido e premiado internacionalmente, salienta, para a realidade da Austrália, o efeito negativo da abordagem convencional na gestão de águas, que impactam, de modo desfavorável seu ciclo natural. Em contrapartida, incentiva a integração da gestão de esgotos, o manejo pluvial e o abastecimento de água em planejamento integrado, em princípios mais naturalizados que caracterizam o WSUD, ou seja, o Desenho Urbano Sensível à Água, que compreende, paralelamente, ambientes mais saudáveis e economicamente viáveis, buscando aprimorar a cultura organizacional e o ambiente político.

Procedimentos

- escoamento vivo;
- Árvores de ruas sábias em água;
- escoamento estratégico;
- Processos educativos para crianças, de divulgação de poluentes e formas de redução;
- Co-desenho com participação governo/comunidades, apresentando estudos de caso de sucesso e dados disponibilizados como um catálogo de vegetação adequada, com exemplificação de árvores, plantas para biorretenção e alagados.

Programa de Capacitação em Controle de Águas Pluviais Urbanas, Erosão e Sedimentos

O Programa de Capacitação em Controle de Águas Pluviais Urbanas, Erosão e Sedimentos é financiado pelo Programa Investindo em Nosso Meio Ambiente para o Futuro, do governo de Queensland, realizado pelo Departamento de Meio Ambiente e Ciência, e compreende uma publicação orientativa, específica sobre LIDs (Browning, 2021).

Temas abordados

Os temas abordados por estas soluções são descritos como:

Segurança hídrica

- Reaproveitamento de águas pluviais;
- Reutilização de águas cinzas;
- Dispositivos inteligentes de água;
- Paisagens de várzeas.

Controle de poluição

- Reaproveitamento de águas pluviais;
- Jardins de chuva;
- Árvores de ruas sábias em água.

Prevenção de alagamentos locais

- Captação e reutilização de águas das chuvas;
- Melhora da infiltração de águas pluviais.

Incremento do habitat urbano:

- Paisagens verdes frescas irrigadas;
- Árvores de ruas sábias em água;
- Tetos verdes.

Reabastecimento de lençóis freáticos:

- Minimização de superfícies impermeáveis;
- Maximização áreas paisagísticas;
- Pavimentos permeáveis.

Benefícios

Como benefícios chaves, a publicação define:

- Redução de demanda de suprimentos água potável;
- Incremento da qualidade da água com respeito a secas;
- Diversificação de fontes de suprimentos de água;
- Benefício de reutilização de águas pluviais domésticas;
- Segurança de escoamento.



Imagem: Water by Design

Water by Design

Em 2004 e 2005, o Programa de Monitorização da Saúde dos Ecossistemas da Healthy, Land & Water [na Austrália] identificou ‘cargas poluentes de fonte difusa’ como os principais impactos que afetam a região da Baía de Moreton. A iniciativa Water by Design foi desenvolvida para resolver esta questão, apoiando a implementação de uma gestão sustentável da água urbana. Trabalhando em estreita colaboração com todos os níveis de governo, o programa proporciona resultados sustentáveis de gestão da água em todas as bacias hidrográficas de Queensland e regiões afetadas por poluentes para proteger e restaurar o ciclo natural da água.” (tradução do texto original de Health, Land & Water, c2020).

Para mais informações ver: <<https://waterbydesign.com.au/about-water-design#ww>>.

Programa Saúde, Terra & Água (Health, Land & Water)

“Healthy, Land & Water [na Austrália], é o principal grupo ambiental do sudeste de Queensland. Há mais de 20 anos se dedica a investir e a liderar iniciativas para construir a prosperidade, a habitabilidade e a sustentabilidade da nossa ‘região do futuro’. A Healthy, Land & Water está focada em fornecer um ambiente para as gerações futuras prosperarem. Trabalhando em parceria com proprietários tradicionais, governo, indústria privada, serviços públicos e comunidade, a Healthy, Land & Water oferece soluções inovadoras e baseadas na ciência para desafios que afetam o meio ambiente. Através de uma combinação de conhecimentos científicos e trabalhos de gestão in situ, a Healthy, Land & Water lidera e articula, através da ciência e de ações, a preservação e melhora dos nossos ativos naturais e apoio para regiões resilientes no futuro”, e se definem como “um conjunto de programas que preenchem lacunas de conhecimento com recursos e ferramentas baseados em evidências, promovendo políticas mais inteligentes que permitem a inovação”. (tradução do texto original de Health, Land & Water, c2020).

Para mais informações ver: <<https://waterbydesign.com.au/about-water-design>>.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969. Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro: ABNT, set. 1997.

ACHESON, Ann. **Rain garden effectiveness – Data collector over a 4 year period in Cincinnati OH.** Ann Acheson Landscape Designs Inc., Annotations: Plants, Ideais, Knowledge, 25 mar. 2019. Disponível em: <<https://www.annotations.blog/blog-posts/2019/2/27/rain-garden-effectiveness-data-collected-over-a-4-year-period-in-cincinnati-oh>>.

BARBOSA JR., Antenor R. Hidrologia Aplicada – CIV 226. Precipitação. [S. l.], p. 8-21. Disponível em: <https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17403/material/11Precipitacao_UFOP.pdf>.

BIGRENTZ. **Construction stormwater Best Management Practices (PMPs) to reduce runoff.** Bigrentz, 3 fev. 2022. Disponível em: <<https://www.bigrentz.com/blog/stormwater-bmp>>.

BROWNING, Glen. **Low Impact Development:** discussion paper. Health, Land & Water, 2021. Disponível em: <<https://waterbydesign.com.au/download/low-impact-design>>.

BONNECARRÈRE, Joaquin. **Retenção e detenção. Drenagem Urbana, PHD 3337 – Água em Ambientes Urbanos I.** 2017. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4122987/mod_resource/content/1/Aula%20Retencao_DetencaoV2017.pdf>.

CAHILL, Maria; GODWIN, Derek C.; TILT, Jenna H. **Low Impact Development Fact Sheet. Stormwater planters.** Oregon State University, jul. 2018. Disponível em: <<https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdfem9213.pdf>>.

CANHOLI, Aluísio Pardo. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** 2. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

CASTAGNA, Guilherme. **Curso on line Sesc Jardim de chuva. Aula 2.** SESC Vila Mariana, Instituto Ecobairro, Fluxus Design Ecológico, 24 set. 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=YXE1-w2KmWg&t=3329s>>.

CASTAGNA, Guilherme; VIEIRA, Augusto; BARROS, Lisa; SAMORA, Paola. **Manejo Adequado da Água.** Guia prático. 3 ed. Rio do Peixe Vivo: Saneamento Ecológico Rural. IPESA, 2022.

CITY OF CHICAGO DEPARTMENTS. **A guide to stormwater best management practices.** City of Chicago, 2023. Disponível em: <https://www.chicago.gov/dam/city/depts/doe/general/NaturalResourcesAndWaterConservation_PDFs/Water/guideToStormwaterBMP.pdf>.

CITY OF PORTLAND. BUREAU OF ENVIRONMENTAL SERVICES. ENVIRONMENTAL SERVICES CITY OF PORTLAND: WORKING FOR CLEAN RIVERS. **2020 Stormwater Management Manual.** dez. 2020. Disponível em: <<https://www.portland.gov/bes/stormwater/swmm>>.

CITY OF PORTLAND, OREGON. **The 2020 Stormwater Management Manual.** c2018-2023. Disponível em: <<https://www.portland.gov/bes/stormwater/swmm>>.

CITY OF PORTLAND, OREGON. **Planters.** c2023. Disponível em: <<https://www.portland.gov/bes/stormwater/managing-rain-your-property/planters>>.

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGGINIS, S. (Eds.). **Nature-based Solutions to address global societal challenges.** Gland, Suíça: IUCN, 2016. ISBN: 978-2-8317-1812-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>. Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-036.pdf>>.

CORMIER, Nathaniel S.; PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita. Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem Ambiente,** Ensaios, São Paulo, n. 25, p. 125-142, 2008).

CORSINI, Rodnei; CASTAGNA, Guilherme. Biovaleta. **Revista Infraestrutura Urbana,** Soluções Técnicas, [S. l.], p. 57, dez. 2013. Disponível em: <[ashttp://fluxus.eco.br/wp-content/uploads/2021/04/Biovaletas.pdf](http://fluxus.eco.br/wp-content/uploads/2021/04/Biovaletas.pdf)>.

CYPRIANO, Altimar; LUZ, Vera Santana. **O pioneirismo de Ann Riley:** paradigmas metodológicos para a restauração de córregos urbanos em processos participativos. Anais... 16º ENEPEA – Encontro Nacional de Paisagismo em Escolas de Arquitetura e Urbanismo no Brasil, Cuiabá, MT, 14-19 nov. 2022. [No prelo].

DAEE. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Apoio aos municípios.** DAEE Serviços, Governo do Estado de São Paulo [S. l.a.]. Disponível em: <<http://www.daee.sp.gov.br/site/apoio-aos-municipios/>>.

DAEE. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. CTH. CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS. **Hidrologia. Banco de dados hidrológicos.** DAEE, versão 201029.0 [S. l.b.]. Disponível em: <<http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br/>>.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAEE. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Mapa pluviometria. Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI.** [S. l.c]. Disponível em: <http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/CTH.Mapas/index_plu.html>.

DAEE. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Postos pluviométricos UGRHI – 16. Tietê/Batalha. [S. l.d]. Disponível em: <http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/CTH.Mapas/ugrhi_16/ugrhi_16_plu.html>.

DAMASIO, Kevin. Brasil já sente impactos das mudanças climáticas e situação pode se agravar. **National Geographic**, Ciência, Mudanças Climáticas, 5 nov. 2020. Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2020/02/brasil-ja-sente-impactos-das-mudancas-climaticas-e-situacao-pode-se-agravar>>.

DCCD. DAUPHIN COUNTY CONSERVATION DISTRICT. **Best Management Practices Fact Sheet. Detention Ponds.** [S. l.]. Disponível Em: <<http://www.dauphincd.org/swm/BMPfactsheets/Detention%20Basin%20fact%20sheet.pdf>>.

EC. EUROPEAN COMMISSION. DIRECTORATE-GENERAL FOR RESEARCH AND INNOVATION. **Towards an EU Research and Innovation policy for Nature-based Solutions & re-naturing cities. Final report of the Horizon 2020 Expert Group on 'Nature-based Solutions and re-naturing cities'** (full version). Luxemburgo: Publications Office of European Union, 2015. ISBN: 978-92-79-46050-0. DOI: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/479582>.

ENGENHEIRO PLANILHEIRO. As 19 dúvidas de hidrologia e drenagem urbana que você deveria saber. **Engenheiro Planilheiro**, S. l. Disponível em: <<https://engenheiroplanilheiro.com.br/2020/08/16/19-principais-duvidas-hidrologia/>>.

EPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Soak up the rain: rain gardens.** EPA, [S. l.a]. Disponível em: <<https://www.epa.gov/soakuptherain/soak-rain-rain-gardens#:~:text=A%20rain%20garden%20is%20a,reduce%20runoff%20from%20your%20property>>.

EPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **What is Green Infrastructure? Rain Gardens.** EPA, [S. l.b]. Disponível em: <<https://www.epa.gov/green-infrastructure/what-green-infrastructure#raingardens>>.

EPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Infiltration basin.** Stormwater Best Management Practice, Page 5, 4203M [S. l.c]. Disponível em: <<https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-11/bmp-infiltration-basin.pdf>>.

EPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. NPDES. NATIONAL POLLUTANT DISCHARGE ELIMINATION SYSTEM. **Stormwater Best Management Practice. Bioretention (Rain Gardens).** EPA, 2021. Disponível em: <<https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-11/bmp-bioretention-rain-gardens.pdf>>.

EPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Stormwater management practices at EPA facilities.** EPA, 11 maio 2023. Disponível em: <<https://www.epa.gov/greeningepa/stormwater-management-practices-epa-facilities>>.

EMSWCD. EAST MULTNONAH SOIL & WATER CONSERVATION DISTRICT. **Storm planters.** [S. l.]. Disponível em: <<https://emswcd.org/in-your-yard/rain-gardens/stormwater-planters/>>.

FAGUNDES, Eliane Aparecida Antunes; KOETZ, Marcio; RUDEL, Norman; SANTOS, Tania Silveira dos; PORTO, Rebeca. Determinação da infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método de infiltrômetro de anel em solo de cerrado no município de Rondonópolis-MT. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 369-378, 2012. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/determinacao.pdf>>.

FUNASA. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento.** 5ed. Brasília: FUNASA, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/506>>.

FRASER VALLEY ROSE FARM. **Test for clay in soil.** Fraser Valley Rose Farm, 17 dez. 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3g2nro1EWGE>>.

GRACIOSA, Melissa. **Determinação do hidrograma de projeto e cálculo do déficit hidráulico para projetos de macrodrenagem.** Sistemas de drenagem urbana, São Paulo, 07 jul. 2021a. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Uy-ZtdFabgs>>.

GRACIOSA, Melissa. **Dimensionamento para a macrodrenagem.** Sistemas de drenagem urbana, São Paulo, 29 jul. 2021b. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=9L5Y8HEAo8w>>.

GRACIOSA, Melissa. Hidrologia urbana. **Hidrograma de projeto com Método SCS.** Hidrologia urbana e modelagem com HEC-HMS, São Paulo, 26 out. 2021c. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=bpLDYxDptpo>>.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GROWIT BUIDIT. **How to determine soil type by hand – The Ribbon Test.** Growit Buidit, 20 nov. 2020. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GLKSxRK2zz0&list=FLUtdseCQWPpLt1xAiZLBpQ>>.

HEALTH, LAND & WATER. **About Water by Design.** c2020. Disponível em: <<https://waterbydesign.com.au/about-water-design>>.

IUCN. INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. WORLD CONSERVATION CONGRESS. Resolution 069. **Defining Nature-based Solutions.** IUCN, 10 set. 2016. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_RES_069_EN.pdf>.

IUCN. INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES. IUCN Global Standard for Nature-based Solutions: a user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. Gland, Suíça: IUCN, 2020. ISBN: 978-2-8317-2058-6. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en>. Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-En.pdf>>.

LIMA, João L. M. Pedroso. Hidrologia urbana. Parte II: apontamentos baseados em “Notas sobre o cálculo de sistemas de drenagem de águas pluviais em aglomerados urbanos”. Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2005. Disponível em: <<http://www.ipb.pt/~mnvalente/2005-1sem/HA2/BAK/HA2-Sebenta-Parte2-HidrologiaUrbana.pdf>>.

LUCIANI, Mirtes Maria; LUZ, Vera Santana. Soluções baseadas na Natureza. In: TRANI, Eduardo; LUCIANI, Mirtes Maria (Orgs.). Instrumentos de planejamento, licenciamento e gestão ambiental: caderno de apoio para profissionais. São Paulo: CETESB, 2022, p. 199-216. Disponível em: <<https://semil.sp.gov.br/publicacoes-semil/instrumentos-de-planejamento-licenciamento-e-gestao-ambiental-no-estado-de-sao-paulo/>>.

MARQUES, Luiz. O decênio decisivo: propostas para uma política de sobrevivência. São Paulo: Elefante, 2023.

MILKWOOD. The jar test. Decoding your soil's texture. Milkwood, 26 set. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=PvN_oWoechg>.

MORAIS, Rodilei. Qual a diferença entre enchente, inundação e alagamento? Canal Tech, 8 jan. 2023. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/meio-ambiente/voce-sabe-qual-e-a-diferenca-entre-enchente-inundacao-e-alagamento-235332/>>.

NACTO. NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. Urban Street Stormguide. **Bioretention swale.** [S. l.a]. Disponível em: <<https://nacto.org/publication/urban-street-stormwater-guide/stormwater-elements/green-stormwater-elements/bioretention-swale/>>.

NACTO. NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. Urban Street Stormguide. **Bioretention planter.** [S. l.a]. Disponível em: <<https://nacto.org/publication/urban-street-stormwater-guide/stormwater-elements/green-stormwater-elements/bioretention-planter/>>.

NACTO. NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. Urban Street Stormguide. **Biofiltration planter.** [S. l.b]. Disponível em: <<https://nacto.org/publication/urban-street-stormwater-guide/stormwater-elements/green-stormwater-elements/biofiltration-planter/>>.

NACTO. NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. Urban Street Stormguide. **Híbrido bioretention planter.** [S. l.d]. Disponível em: <<https://nacto.org/publication/urban-street-stormwater-guide/stormwater-elements/green-stormwater-elements/hybrid-bioretention-planter/>>.

NASA SCIENTIFIC VISUALIZATION STUDIO. **Future temperature and precipitation projections.** NASA, 11 dez. 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4UAWtQMDimo>>.

NATURE-BASED SOLUTIONS INITIATIVE. UNIVERSITY OF OXFORD. **United Nations Environment Assembly agree Nature-based Solutions definition.** Disponível em: <<https://www.naturebasedsolutionsinitiative.org/news/united-nations-environment-assembly-nature-based-solutions-definition/>>.

NEO MASTER RAINGARDENER. **What is a rain garden?** c2021. Disponível em: <<https://neomasterraingardener.org/about-us/>>.

NMRM. NATURAL WATER RETENTION MEASURES. **Detention basins.** EU Directorate General Environment, c2015a. Disponível em: <<http://nwrn.eu/measure/detention-basins>>.

NMRM. NATURAL WATER RETENTION MEASURES. **Infiltration basins.** c2015b. Disponível em: <<http://nwrn.eu/measure/infiltration-basins>>.

PINI, Priscila. Hidrologia **Escoamento superficial 2.** FEITEP, Aula 11. 5º semestre Engenharia Civil, 28 jan. 2019. Brazil Documents, c2022. Disponível em: <<https://vdocuments.com.br/hidrologia-aula-11-tabela-2-valores-do-coeficiente-de-escoamento-do-metodo.html?page=1>>.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PINHEIRO, Maitê Bueno. Plantas para infraestrutura verde e o papel da vegetação no tratamento das águas urbanas de São Paulo: identificação de critérios para seleção de espécies. 2017. Dissertação (Mestrado) — Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde-27062017-141958/publico/MaiteBuenoPinheiro_REV.pdf>.

PWD. PHILADELPHIA WATER DEPARTMENT. **Stormwater Guidance Manual. Introduction.** [S. l.a]. Disponível em: <<https://water.phila.gov/development/stormwater-plan-review/manual/introduction/#1>>.

PWD. PHILADELPHIA WATER DEPARTMENT. **Bioinfiltration/ bioretention.** In: Stormwater Management Guidance Manual [SMGM], Chapter 4 – 4.1, Stormwater management practice guidance. [S. l.b]. Disponível em: <<https://water.phila.gov/development/stormwater-plan-review/manual/chapter-4/4-1-bioinfiltration-bioretention/>>.

RILEY, Ann L. E. **Restoring streams in cities:** a guide for planners, policymakers, and citizens. Washington, D.C.: Island Press, 1998.

RILEY, Ann L. E. **Restoring neighborhood streams.** Washington, D.C.: Island Press, 2016.

RIVERSIDE COUNTY. FLOOD CONTROL AND WATER CONSERVATION DISTRICT. Infiltration Basin. In: **Riverside County - Low Impact Development BMP Design Handbook**, rev. 2, cap. 3.1, p. 6 2012. Disponível em: <http://content.rcflood.org/downloads/NPDES/Documents/LIDManual/3.1_Infiltration%20Basin.pdf>.

RODRIGUES, Marcelo Hungria. **Infiltração da água no solo dos cerrados do Brasil utilizando cilindros infiltrômetros de dimensões reduzidas.** 2013. Monografia (Trabalho Final de Graduação) — Curso de Agronomia, Universidade Federal de Goiás Campus Jataí, 2013. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/163/o/Monografia_Marcello_Hungria_Rodrigues.pdf?1378078060>.

RUGGERI Júnior, Humberto Carlos; SOUZA, Saulo Bruno Silveira e. **Saneamento básico rural. 2 Tecnologias sociais de saneamento rural:** Tema 4 – Drenagem e manejo de águas pluviais. [S. l.] Disponível em: <https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/saneamento-e-saude-ambiental/modulos/5_modulo_saneamento/02-4.html>.

SÃO PAULO (Cidade). SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais:** aspectos tecnológicos: diretrizes para projetos. v3. São Paulo: SMDU, 2012a. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento_urbano/arquivos/manual-drenagem_v3.pdf>.

SÃO PAULO (Cidade). SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais:** aspectos tecnológicos: fundamentos. V2. São Paulo: SMDU, 2012b. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento_urbano/arquivos/manual-drenagem_v2.pdf>.

SÃO PAULO (Estado). SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E OBRAS. DAEE. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. CTH. CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Equações de chuvas intensas no Estado de São Paulo.** MARTINEZ, JR., Francisco; MAGNI, Nelson Luiz Goi (Ed.). Convênio DAEE/Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Ed. Revisada, out. 1999. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb1440/Aula%203/DAEE_Eq_Chuvas_SP.pdf>

SÃO PAULO (Estado). SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS. DAEE. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. CTH. CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS. **Precipitações intensas no Estado de São Paulo.** MARTINEZ, JR., Francisco; MAGNI, Nelson Luiz Goi (Ed.). DAEE-CTH, dez. 2013.

SILVA, Leonardo Rosa da; SILVA, Milene Priebe e; LEÃO, Mayara Bitencourt; FIGUEIREDO, Ary Sá de; KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha; FERNANDES, Gabriel D'Avila; SILVA, José Luiz Silvério da. Índices físicos do solo e alterações químicas decorrentes da ocupação por necrópoles em Caçapava do Sul – Rio Grande do Sul. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRG**, v. 41, n. 1, 2018, p. 328-342.

SMALLHOLDER SOIL HEALTH ASSESSMENT. **Soil texture.** c2023. Disponível em: <<https://smallholder-sha.org/protocol-1/texture-by-feel/>>.

SOIL MURAL; FERRAZ, Risely. **Educação em solo. Classificação da textura do solo usando o triângulo textural.** 27 mar. 2022. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=uEYAdUbVI98>>.

SUDS WALES. SUSTAINABLE DRAINAGE SYSTEMS. **SuDS techniques – passive treatment. Detention basins.** c2023a. Disponível em: <<https://www.sudswales.com/types/passive-treatment/detention-basins/>>.

SUDS WALES. SUSTAINABLE DRAINAGE SYSTEMS. **SuDS techniques – source control. Infiltration basins.** c2023b. Disponível em: <<https://www.sudswales.com/types/passive-treatment/detention-basins/>>.

SUSDRAIN. **Detention basins.** Ciria, c2023. Disponível em: <https://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/retention_and_detention/Detention_basins.html>.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SUSTAINABLE TECHNOLOGIES EVALUATION PROGRAM. **Low Impact Development Planning and Design Fact Sheet. Bioretention.** [S. l.a] Disponível em: <https://wiki.sustainabletechnologies.ca/images/5/5a/LID_poster_-_bioretention_-_vfinal2.pdf>.

SUSTAINABLE TECHNOLOGIES EVALUATION PROGRAM. **Stormwater tree trench cross section.** [S. l.b]. Disponível em: <<https://wiki.sustainabletechnologies.ca/images/b/bd/Tree-trench%2Bsection%2Bc-02.jpg>>.

SUSTAINABLE TECHNOLOGIES EVALUATION PROGRAM. **Bioswales.** c2022a. Disponível em: <<https://wiki.sustainabletechnologies.ca/wiki/Bioswales>>.

SUSTAINABLE TECHNOLOGIES EVALUATION PROGRAM. **Rain Gardens.** Sustainable Technologies Evaluation Programme, c2022b. Disponível em: <https://wiki.sustainabletechnologies.ca/wiki/Rain_gardens>.

SUSTAINABLE TECHNOLOGIES EVALUATION PROGRAM. **Bioretention.** c2023a. Disponível em <<https://wiki.sustainabletechnologies.ca/wiki/Bioretention>>.

SUSTAINABLE TECHNOLOGIES EVALUATION PROGRAM. **Enhanced swales.** c2023b. Disponível em : <https://wiki.sustainabletechnologies.ca/wiki/Enhanced_swales>.

SUSTAINABLE TECHNOLOGIES EVALUATION PROGRAM. **Stormwater planters.** c2023c. Disponível em : <https://wiki.sustainabletechnologies.ca/wiki/Stormwater_planters>.

TOMAZ, Plínio. **Jardim de chuva com bacia de infiltração.** Plínio Tomaz Engenharia, 30 jan. 2021a. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=MLALqtG53us&t=450s>>.

TOMAZ, Plínio. **Tempo de concentração.** Plínio Tomaz Engenharia, 30 jul. 2021b. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=0H31IzjPHC4>>.

TUCCI, Carlos E, M. Coeficiente de escoamento e vazão máxima de bacias urbanas. RBRH – **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 1, jan./mar. 2000, p. 61-68.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia:** ciência e aplicação. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2001.

UACDC. UNIVERSITY OF ARKANSAS COMMUNITY DESIGN CENTER. **LID. Low Impact Development:** a design manual for urban areas. Fayetteville, Arkansas: UACDC, 2010.

UKRI. UNITED KINDOM RESEARCH AND INOVATION. BGS. BRITISH GEOLOGICAL SURVEY. **Sustainable drainage systems.** UKRI, c2023. Disponível em: <<https://www.bgs.ac.uk/geology-projects/suds/>>.

UNIVERSITY OF VIRGINIA. Stormwater Best Management Practices. University of Virginia, Environmental Resources, c2023. Disponível em: <<https://pollutionprevention.virginia.edu/stormwater-mgmt/best-practices/>>.

UPV. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. Cómo utilizar el infiltrómetro de doble anillo. UPV, 28 jan. 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=HNIIZPHwmTQ&t=281s>>.

VELOSO, Cristiano. Como a textura do solo influencia na adubação potássica. **Blog Verde**, Nutrição de Plantas, [S. l.]. Disponível em: <<https://blog.verde.ag/pt/nutricao-de-plantas/como-a-textura-do-solo-influencia-na-adubacao-potassica/>>.

VALEN, Mark. **How to use a soil texture triangle.** Mark Vallen, 17 fev. 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=MX-l6epLrMs>>.

VIRTUAL EXPO GROUP. AGRIEXPO. **Infiltrómetro de anel duplo Müntz.** c2023. Disponível em: <<https://www.agriexpo.online/pt/prod/sdec-france/product-175739-70072.html>>.

WATER BY DESIGN. What is Water Sensitive Urban Design (WSUD)? Health Land & Water, c2020. Disponível em: <<https://waterbydesign.com.au/wsud>>.

WWAP, PROGRAMA MUNDIAL DE LAS NACIONES UNIDAS DE EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS/ ONU-AGUA. **Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2018:** Soluciones basadas em la Naturaleza para la gestión del agua. Paris: UNESCO, 2018. ISBN: 978-92-3-3000083-4. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494>>.



EIXO



MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

TIPOLOGIA

PISOS DRENANTES

APLICAÇÃO

BLOCO INTERTRAVADO



BLOCO INTERTRAVADO

O pavimento intertravado é composto por peças de concreto assentadas sobre uma camada de areia e travadas entre si por contenção lateral. O intertravamento é essencial para o desempenho e a durabilidade do pavimento. Para garantir um intertravamento eficaz, são indispensáveis duas condições: a contenção lateral e o preenchimento das juntas com areia. Ao planejar uma calçada de pavimento intertravado para espaços externos, é crucial considerar os aspectos de uso, tais como: abrasão, tráfego de pedestres, acessibilidade e exposição às intempéries.

Localização Estratégica

Os blocos intertravados são indicados para passeios de pedestres, podendo ser utilizados em calçadas, parques, praças, entre outros locais. Para a aplicação em vias destinadas a veículos, consulte a ficha técnica “Pavimento Intertravado”.

Fontes:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Manutenção de pavimentos intertravados permeáveis – práticas recomendadas 1. 2016. Disponível em: <https://www.solucoesparacidades.com.br/saneamento/pr1-manutencao-de-pavimentos-intertravados-permeaveis/>. Acesso em: 10 mar. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Pavimentos intertravados – práticas recomendadas 1. 2016. Disponível em: <https://abcp.org.br/pavimentos-intertravados-pratica-recomendada-1/>. Acesso em: 10 mar. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Pavimentos intertravados – práticas recomendadas 2. 2016. Disponível em: <https://abcp.org.br/pavimentos-intertravados-pratica-recomendada-2/>. Acesso em: 10 mar. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. 13 passos para executar um pavimento permeável e armazenar água da chuva. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP: Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto – BlocoBrasil. 2017. Disponível em: <https://abcp.org.br/13-passos-para-executar-um-pavimento-permeavel-e-armazenar-agua-da-chuva/>. Acesso em: 10 mar. 2024.



Imagem: Milena Boni

Características Técnicas

- Superfície antiderrapante: os blocos de concreto intertravados oferecem segurança aos pedestres, mesmo em condições de piso molhado, garantindo maior aderência e evita escorregões;
- Conforto térmico: o uso de peças de concreto com pigmentação clara reduz a absorção de calor, contribuindo para melhorar o conforto térmico das calçadas;
- Resistência e durabilidade: a elevada resistência do concreto confere grande durabilidade à calçada;
- Produto ecológico: os produtos à base de cimento podem ser completamente reciclados e reutilizados na fabricação de novos materiais, contribuindo para a preservação das jazidas de calcário e evitando a sobrecarga dos aterros sanitários;
- Diversidade de cores: as peças de concreto podem ser fabricadas com uma ampla variedade de cores e texturas.

Ganhos

- Alta aderência, antiderrapante;
- Elevada durabilidade, desde que respeitadas as técnicas de instalação e manutenção adequadas;
- Liberação para o tráfego imediata, após a conclusão da compactação final do pavimento;
- Permite o reaproveitamento das peças.

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA



3 SAÚDE E BEM-ESTAR



4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



14 VIDA NA ÁGUA



15 VIDA TERRESTRE



17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO





BLOCO INTERTRAVADO

Possíveis Desafios

Colmatação: pode ocorrer ao longo do tempo devido à pressão do tráfego sobre o solo e ao acúmulo de sedimentos por infiltração.

Acessibilidade: o assentamento negligente dos blocos e o processo de colmatação podem resultar em desnivelamento do piso, o que pode ser um obstáculo para pessoas com restrições de mobilidade. Além disso, o relevo desse tipo de pavimentação pode dificultar a identificação de pisos táteis por pessoas com deficiências visuais. É importante verificar a Ficha de Acessibilidade.

Fontes:

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Pavimentação intertravada.** Catálogo técnico. 2021. Revisão 3. Disponível em: www.fde.sp.gov.br. Acesso em: 10 mar. 2024

MARCHIONI; MARIANA L.; SILVA, CLAUDIO O. **Conceitos e requisitos para pavimentos intertravado permeável.** Práticas recomendadas 2. 2011. Associação Brasileira de Cimento Portland. São Paulo. Disponível em: https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/PR2_Conceitos_requisitos_pav_permeavel.pdf. Acesso em: 10 mar. 2024.

MARCHIONI, Mariana & SILVA, Cláudio Oliveira. **Pavimento intertravado permeável - melhores práticas.** 2.ed. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 2021.

SILVA, Cláudio Oliveira. **Prática recomendada intervenção em pavimento intertravado.** São Paulo, SP: Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, 2022. Disponível em: <https://abcp.org.br/pratica-recomendada-intervencao-em-pavimento-intertravado/>. Acesso em 12 mar. 2024.

SILVA, Cláudio Oliveira. **Sistema de piso com peças de concreto [livro eletrônico]: pavimento intertravado: manual de desempenho.** São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP: Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto – BlocoBrasil. 2022. Disponível em: https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2022/08/Manual_de_Desempenho_Pavimento-Intertravado_BlocoBrasil_Ago2022_v2.pdf. Acesso em: 10 mar. 2024.

Etapas de Implementação

- 1 – Demolição da estrutura pré-existente:** se houver uma estrutura pré-existente no local onde o pavimento intertravado será instalado, é necessário remover essa estrutura;
- 2 – Preparação do sub-leito:** distribuição e compactação do solo de reforço, e nivelamento, se necessário;
- 3 – Preparo da base:** distribuição e compactação das camadas de brita granulada simples;
- 4 – Contenção:** Execução da estrutura de contenção em concreto, execução das guias e sarjetas;
- 5 – Camada de assentamento:** composta por agregado graúdo de diâmetro máximo $\varnothing_{\text{máx}}=9,5$ mm, é distribuída uniformemente com uma espessura adequada para alcançar 50 mm após

Manutenção e Gestão

Para limpar o pavimento de bloco intertravado pré-moldado de concreto, recomenda-se apenas varrer ou esfregar com uma escova de cerdas duras de plástico. O uso moderado de água com esguicho é permitido esporadicamente, evitando o uso de equipamentos de lavagem com compressor. Para garantir a durabilidade da calçada, é importante realizar manutenções periódicas, tanto preventivas quanto corretivas, para corrigir defeitos pontuais.

Para garantir o desempenho adequado de uma junta intertravada, é essencial que ela

compactação. O nivelamento é feito utilizando uma régua metálica. Os vãos deixados pela régua devem ser preenchidos com material de assentamento;

6 – Assentamento das peças: depois da base nivelada, o assentamento deverá iniciar a partir da contenção para garantir a estabilidade horizontal e ser devidamente nivelado, nos cantos a peça deverá ser arrematada conforme a paginação escolhida para os blocos;

7 – Rejuntamento: espalhamento do material de rejuntamento seco sobre a camada de revestimento, seguido de varrição;

8 – Compactação: a compactação deve ser feita com sobreposição de 15cm a 20cm em cada passada sobre a anterior. É importante alternar a compactação com o espalhamento do material de rejuntamento.

permaneça totalmente preenchida. Se houver algum vazio de mais de 1 cm, é importante investigar a causa, corrigir a falha e preencher a junta novamente, seguindo o procedimento descrito anteriormente. A presença de grama nas juntas deve ser removida com uma ferramenta apropriada para melhor escoamento da água.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Bloco Intertravado

1. Erradicação da pobreza



1.4 Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo microfinanças

1.5 Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais

3. Saúde e bem estar



3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo

4. Educação de qualidade



4.7 Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável

6. Água potável e saneamento



6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Bloco Intertravado

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

12. Consumo e produção responsáveis



12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água



14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

15. Vida terrestre



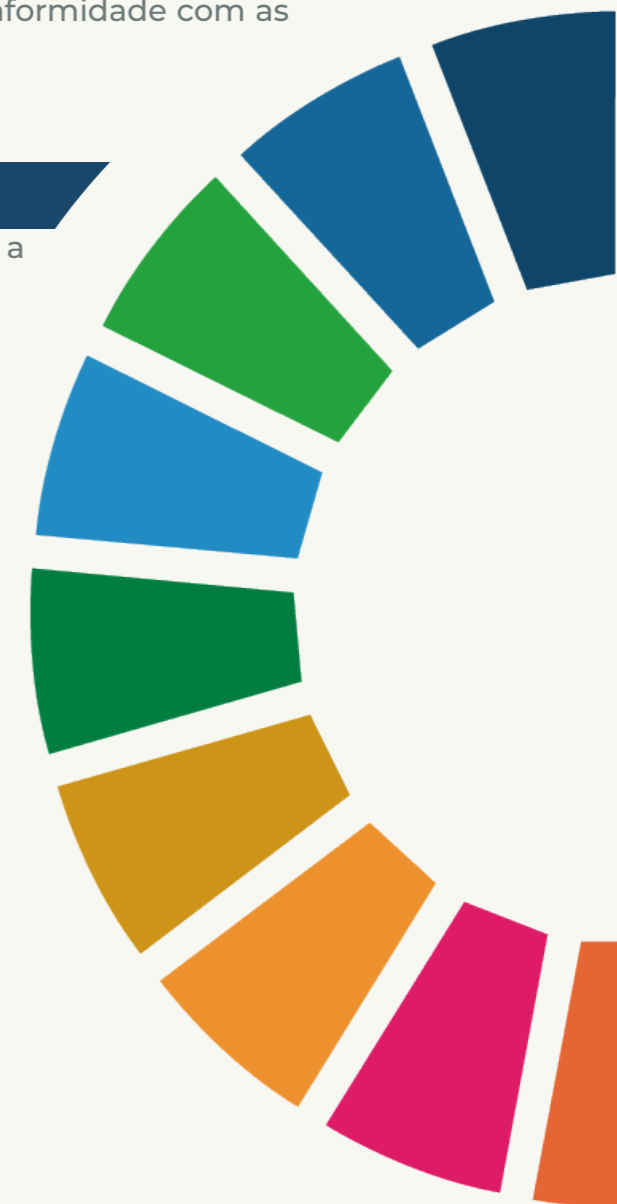
15.1 Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais

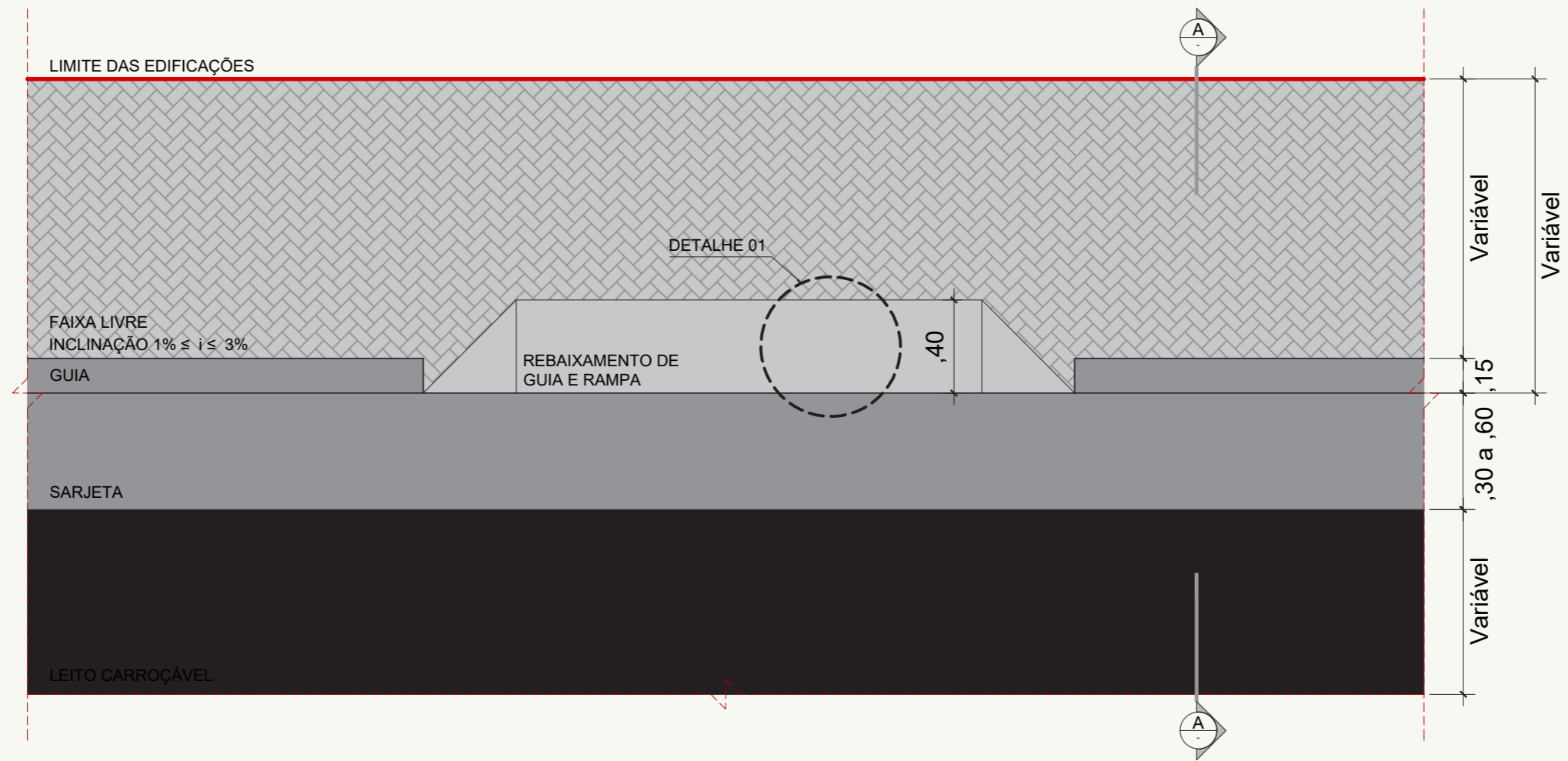
17. Parcerias e meios de implementação



17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado

17.16 Reforçar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, complementada por parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem conhecimento, expertise, tecnologia e recursos financeiros, para apoiar a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento

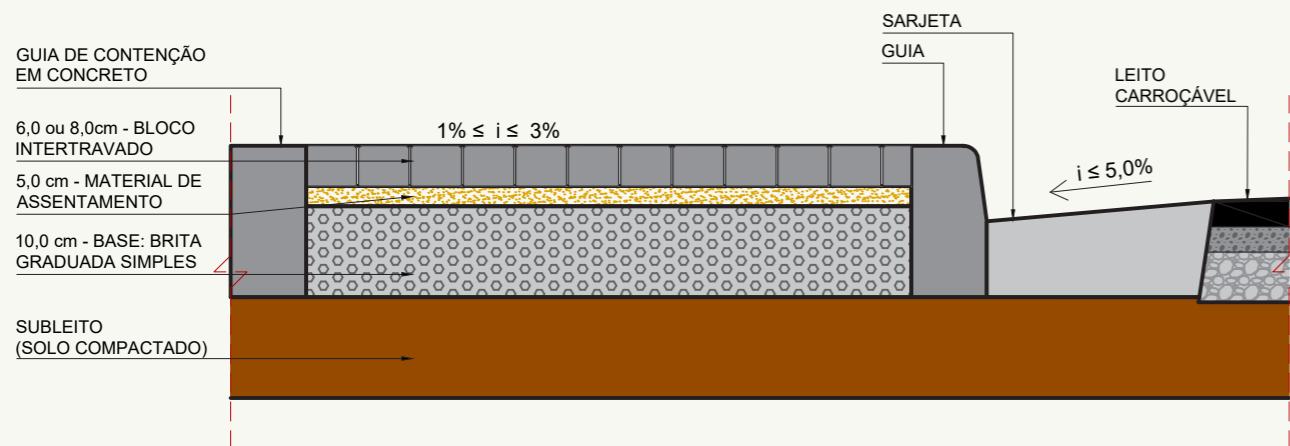




CALÇADA - BLOCO INTERTRAVADO

VISTA SUPERIOR

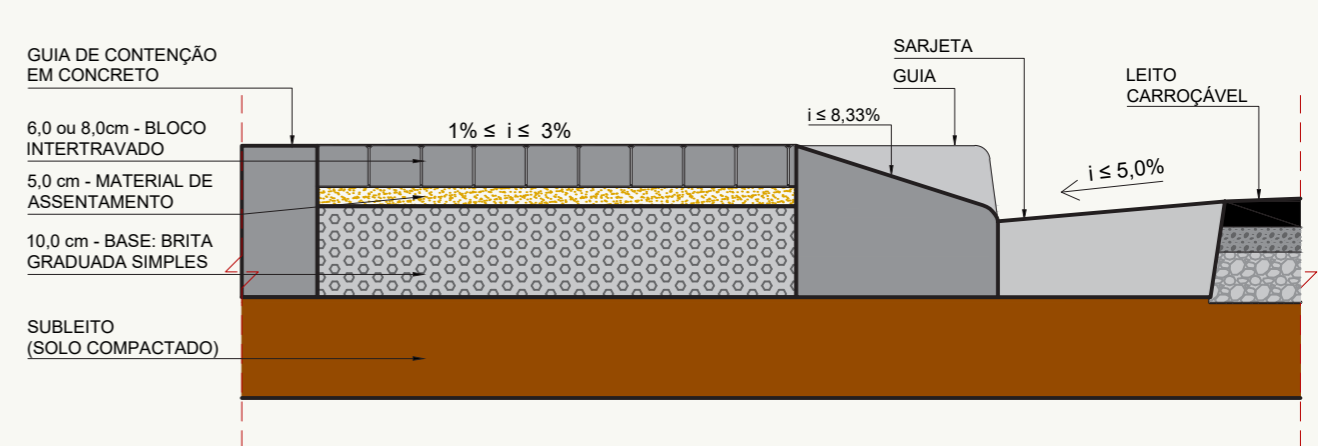
1:25



CALÇADA - BLOCO INTERTRAVADO

CORTE AA: GUIA

1:15



CALÇADA - BLOCO INTERTRAVADO

CORTE BB: GUIA REBAIXADA

1:15



BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOTADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I									
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL	
1 EIXO: MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS - TIPOLOGIA: PISO DRENANTE - TIPOLOGIA APLICADA: BLOCO INTERTRAVADO (PARA NOVAS CALÇADAS)									
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$	-
CDHU	602020	-	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em vala ou cava até 1,5 m	M3	-	-	-	-	
CDHU	510024	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 10º km até o 15º km	M3	-	-	-	-	
1.2 BLOCO INTERTRAVADO								R\$	-
CDHU	5401010	-	Regularização e compactação mecanizada de superfície, sem controle do proctor normal	M2	-	-	-	-	
CDHU	1118040	-	Lastro de pedra britada	M3	-	-	-	-	
CDHU	5404340	-	Pavimentação em lajota de concreto 35 MPa, espessura 6 cm, cor natural, tipos: raquete, retangular, sextavado e 16 faces, com rejunte em areia	M2	-	-	-	-	
1.3 GUIA DE CONTENÇÃO*								R\$	-
SINAPI	94277	-	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 80X08X08X25 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	-	-	-	-	
OU									
SINAPI	94273	-	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	-	-	-	-	
1 EIXO: MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS - TIPOLOGIA: PISO DRENANTE - TIPOLOGIA APLICADA: BLOCO INTERTRAVADO (PARA DEMOLIÇÃO DE CALÇADA EXISTENTE E EXECUÇÃO DE UMA NOVA CALÇADA)									
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$	-
CDHU	301020	-	Demolição manual de concreto simples	M3	-	-	-	-	
OU									
CDHU	301230	-	Demolição mecanizada de concreto simples, inclusive fragmentação e acomodação do material	M3	-	-	-	-	
CDHU	510024	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 10º km até o 15º km	M3	-	-	-	-	
1.2 BLOCO INTERTRAVADO								R\$	-
CDHU	5401010	-	Regularização e compactação mecanizada de superfície, sem controle do proctor normal	M2	-	-	-	-	
CDHU	1118040	-	Lastro de pedra britada	M3	-	-	-	-	
CDHU	5404340	-	Pavimentação em lajota de concreto 35 MPa, espessura 6 cm, cor natural, tipos: raquete, retangular, sextavado e 16 faces, com rejunte em areia	M2	-	-	-	-	
1.3 GUIA DE CONTENÇÃO*								R\$	-
SINAPI	94277	-	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 80X08X08X25 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	-	-	-	-	
OU									
SINAPI	94273	-	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	-	-	-	-	
TOTAL s/ BDI								R\$	-
BDI adotado: 25,00%									0,00
VALOR TOTAL C/ BDI								R\$	-

Nota:

A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha "Bloco Intertravado" deste Caderno de Tipologias.

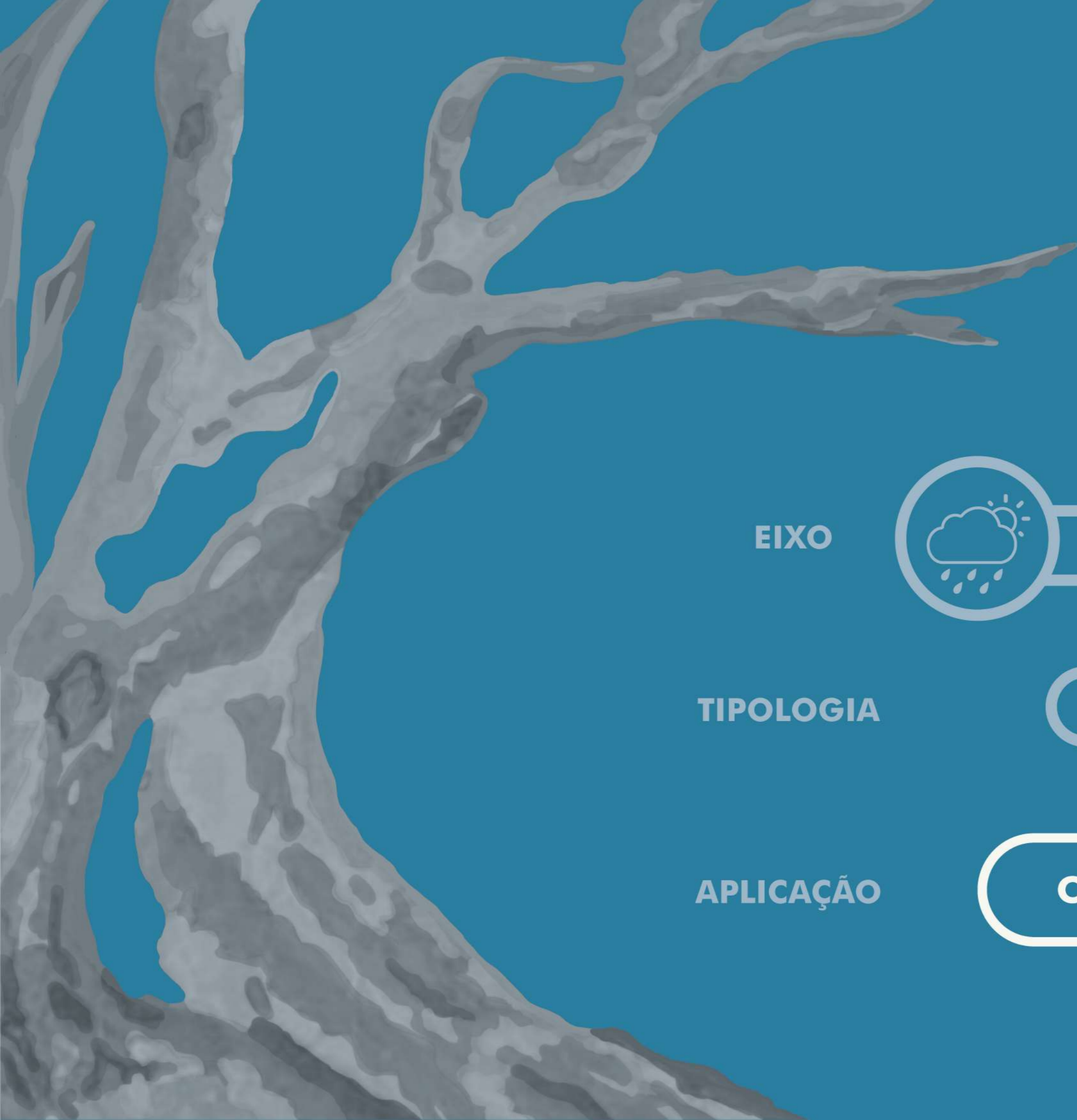
Os códigos facilitam o preenchimento da planilha na data da aplicação da tipologia, mantendo assim seu custo sempre atualizado.

Eixo - Manejo de Águas Pluviais - Pisos Drenantes - Bloco Intertravado

Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade.

Notas:

*Guia de contenção: verificar in loco a necessidade da utilização das guias de contenção.



EIXO



MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

TIPOLOGIA

PISOS DRENANTES

APLICAÇÃO

CONCREGRAMA



CONCREGRAMA

Concregrama é um piso drenante formado por blocos vazados de concreto, assentados diretamente em um solo nivelado preenchido por terra e grama. Amplamente utilizado na pavimentação de áreas externas, como quintais, jardins, estacionamentos, corredores e calçadas, os pavimentos permeáveis representam uma alternativa para a redução do volume de escoamento superficial, melhoria da qualidade da água e recarga dos aquíferos. Além disso, impactam na melhoria do microclima da região e na mitigação das ilhas de calor.

Localização Estratégica

Utilize com restrição em áreas externas, como estacionamentos e vias destinadas a veículos leves, onde seja importante preservar a permeabilidade do solo.

Fontes:

MARINHO, Marília Neves. **Experimentação e simulação da infiltração da água pluvial em um pavimento permeável.** 2018. 129 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/33022/1/TESE%20Mar%C3%ADlia%20Neves%20Marinho.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024

CAVALCANTE, Miquelina R C. **Permeabilidade do revestimento do solo intralotes e qualidade térmica microclimática no contexto de Maceió-AL.** 2019. 179 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/5752/1/Permeabilidade%20do%20revestimento%20do%20solo%20intralotes%20e%20qualidade%20t%C3%A9rmica%20microclim%C3%A1tica%20no%20contexto%20de%20Macei%C3%B3-AL.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024



Imagem: Milena Boni

Características Técnicas

Blocos fabricados com estrutura cimentícia e orifícios de diversos tamanhos e formatos que se encaixam para formar um pavimento contínuo, eliminando a necessidade de rejunte.

A instalação é realizada diretamente sobre o solo nivelado, utilizando um material granular permeável como base e uma camada de areia grossa. Após a colocação dos blocos, os orifícios são preenchidos com terra e grama é plantada. Sua aplicação é simples, não exigindo mão de obra especializada.

Os blocos são produzidos de acordo com as especificações da ABNT NBR 9781/2013. O concregrama pode ser utilizado para criar áreas permeáveis em calçadas, parques, praças e também para pavimentação de vias, sendo importante verificar a resistência adequada do bloco junto ao fornecedor antes do uso.

Ganhos

- Permeabilidade;
- Alta porosidade relativa ao tipo de solo;
- Estabilidade do solo;
- Evita pisoteio de gramado em área de grande circulação de pedestres;
- Fácil manutenção em caso de troca de peças;
- Minimizam o efeito das ilhas de calor;
- Beneficia o microclima local;
- Infiltração de água para o lençol freático auxiliando a biodiversidade e também diminuindo a necessidade de irrigação de áreas ajardinadas;
- Melhora a acústica, diminuição dos ruídos do tráfego.

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA



2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



3 SAÚDE E BEM-ESTAR



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



14 VIDA NA ÁGUA



15 VIDA TERRESTRE



17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO





CONCREGRAMA

Possíveis Desafios

Desnível: Não é viável utilizá-lo em terrenos com desníveis, pois o concregrama só é eficaz em solos completamente nivelados.

Calçada: Pessoas com mobilidade reduzida e pessoas com deficiência (PcD) podem enfrentar dificuldades ao caminhar sobre este tipo de piso.

Fontes:

MARINHO, Marília Neves. **Experimentação e simulação da infiltração da água pluvial em um pavimento permeável.** 2018. 129 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/33022/1/TESE%20Mar%C3%ADlia%20Neves%20Marinho.pdf.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024

CAVALCANTE, Miquelina R C. **Permeabilidade do revestimento do solo intralotes e qualidade térmica microclimática no contexto de Maceió-AL.** 2019. 179 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/5752/1/Permeabilidade%20do%20revestimento%20do%20solo%20intralotes%20e%20qualidade%20t%C3%A9rmica%20microclim%C3%A1tica%20no%20contexto%20de%20Macei%C3%B3-AL.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024

ROLDÃO, Celi da Costa; GIOVANAZ, Franciele. **A pertinência das calçadas ecológicas para a qualidade Ambiental urbana: estudo de caso em Maringá – PR.** X EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica. Out. 2017. Disponível em: https://proceedings.science/proceedings/96/_papers/79646/download/abstract_file1. Acesso em: 11/03/2024

DE OLIVEIRA, Lúcia Helena. **A Gestão da Água em Edifícios mais Sustentáveis.** 2007. Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2007/10/lucia.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2024

JÚNIOR, Ismael Gomes Mateus. **Avaliação do Impacto da Substituição do Calçamento Convencional para o Paver quanto a Absorção, na Região Central da Cidade de Campo Mourão – Paraná.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil), Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6411/1/substituicaoalcalamentoconvencionalpaver.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2024.

Etapas de Implementação

1 – Preparo do terreno:

É necessário compactar e nivelar o terreno para prevenir afundamentos após a colocação do pavimento.

2 – Camada de Assentamento:

A camada de assentamento, constituída de areia compactada com espessura entre 2 e 3 cm, deve ser aplicada somente após a conclusão de todo o preparo do terreno. É recomendável aplicá-la em pequenas extensões à frente da linha de assentamento para evitar a circulação de veículos e pessoas sobre a areia compactada.

3 – Camada de Pavimentação:

Consiste em peças de concreto. Durante a instalação, o assentador deve deslocar-se sobre

Manutenção e Gestão

A manutenção do piso consiste na poda da grama, evitando que ultrapasse a linha da placa para não comprometer a estabilidade ao caminhar, e na substituição das peças individuais quebradas.

A grama deve ser irrigada regularmente e, após o crescimento, cortada com uma roçadeira equipada com fio de nylon.

É recomendável lavar o concregrama preenchido com grama apenas com água,

a área já assentada, posicionando as novas peças contra as já colocadas. Nesta fase, é crucial controlar a distância entre as peças (2 a 3 mm) e garantir seu alinhamento.

Para o acabamento próximo ao meio-fio, caixas ou bueiros, recomenda-se utilizar peças de concreto serradas. Após a conclusão do assentamento, as peças devem ser preenchidas com terra adubada para iniciar o plantio da grama.

4 – Plantio da grama:

A grama pode ser semeada ou, preferencialmente, plantada em placas recortadas no tamanho dos furos do piso

utilizando uma vassoura para auxiliar na limpeza. No caso do concregrama preenchido apenas com tosetos, pode-se utilizar detergente neutro.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA



2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



3 SAÚDE E BEM-ESTAR



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



14 VIDA NA ÁGUA



15 VIDA TERRESTRE



17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Concregrama

1. Erradicação da pobreza



1.5 Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais

2. Fome zero e agricultura sustentável



2.4 Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo

3. Saúde e bem estar



3.2 Até 2030, acabar com as mortes evitáveis de recém-nascidos e crianças menores de 5 anos, com todos os países objetivando reduzir a mortalidade neonatal para pelo menos 12 por 1.000 nascidos vivos e a mortalidade de crianças menores de 5 anos para pelo menos 25 por 1.000 nascidos vivos

3.3 Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis

3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo

6. Água potável e saneamento



6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Concregrama

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

12. Consumo e produção responsáveis



12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água



14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

15. Vida terrestre



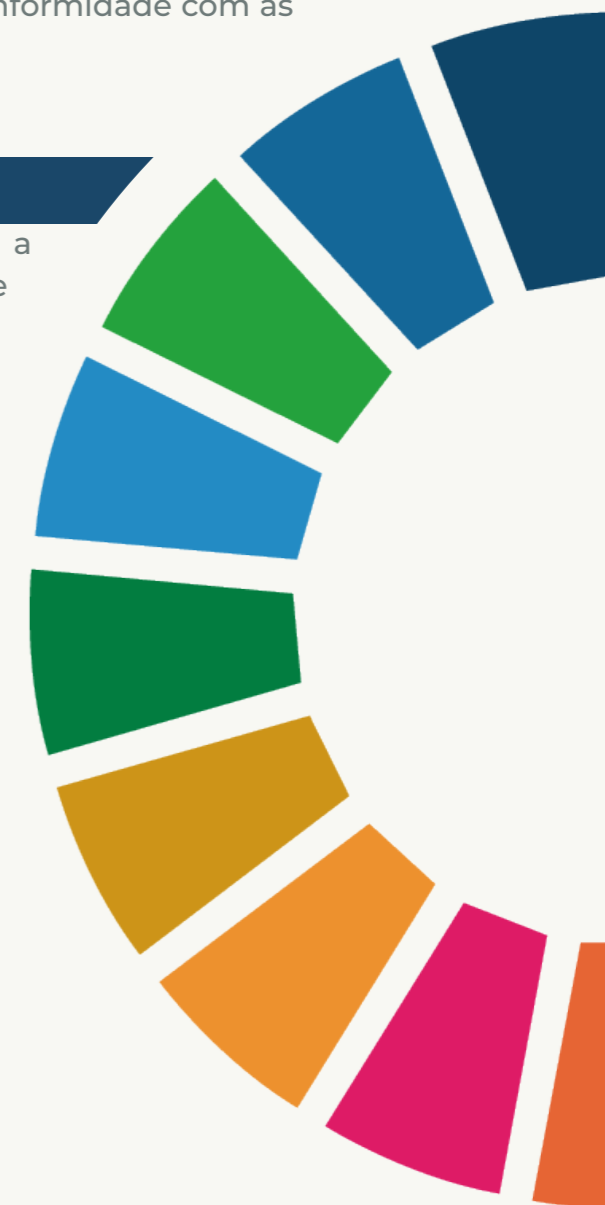
15.1 Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais

17. Parcerias e meios de implementação



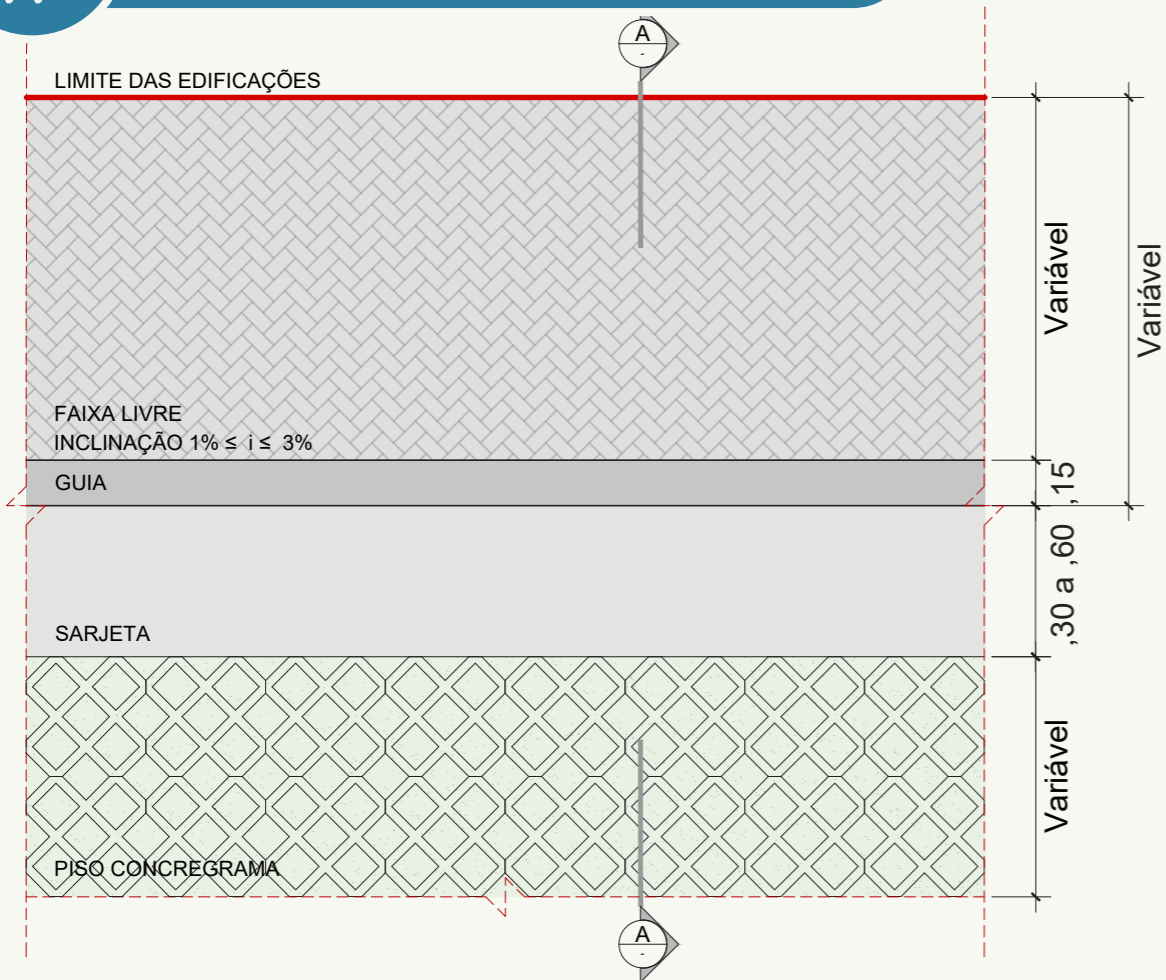
17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado

17.16 Reforçar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, complementada por parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem conhecimento, expertise, tecnologia e recursos financeiros, para apoiar a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento





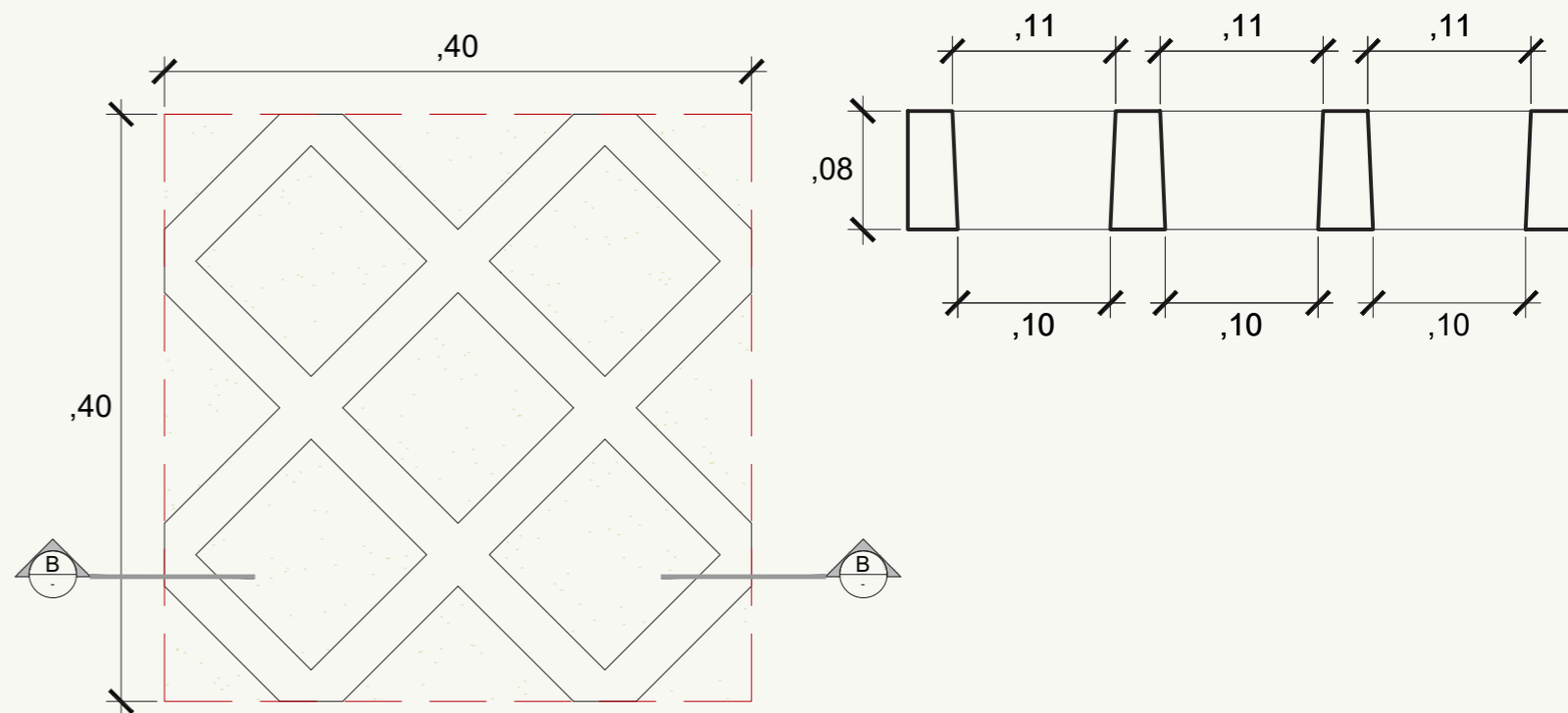
MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS - PISO DRENANTE - CONCREGRAMA - 5/6



CONCREGRAMA

VISTA SUPERIOR

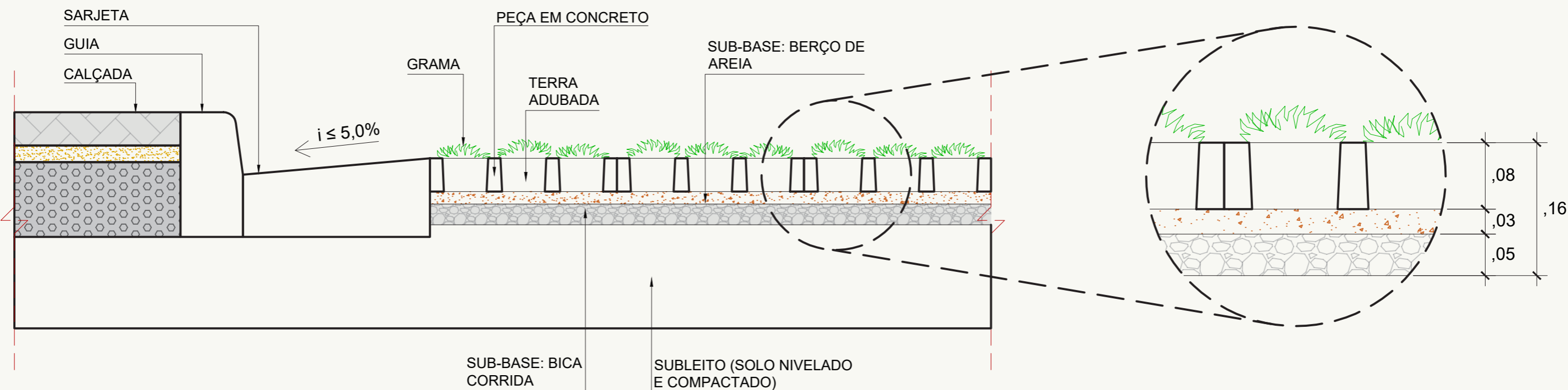
1:75



CONCREGRAMA - DETALHE PEÇA

VISTA SUPERIOR / CORTE BB

1:5



CONCREGRAMA

CORTE AA

1:10



SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO

Coordenadoria de Planejamento Habitacional

BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOTADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I								
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL
1 EIXO: MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS - TIPOLOGIA: PISO DRENANTE - TIPOLOGIA APLICADA: CONCREGRAMA								
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES*								R\$ -
CDHU	301220	-	Demolição mecanizada de concreto simples, inclusive fragmentação, carregamento, transporte até 1 quilômetro e descarregamento*	M3	-	-	-	-
CDHU	508060	-	Transporte de entulho, para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km*	M3	-	-	-	-
CDHU	601020	-	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em campo aberto	M3	-	-	-	-
CDHU	510022	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km	M3	-	-	-	-
1.2 PREPARO DA BASE								R\$ -
CDHU	805100	-	Dreno com pedra britada	M3	-	-	-	-
CDHU	3401010	-	Terra vegetal orgânica comum	M3	-	-	-	-
1.3 EXECUÇÃO DO CONCREGRAMA								R\$ -
CDHU	5404360	-	Bloco diagonal em concreto tipo piso drenante para plantio de grama - espessura de 10 cm	M2	-	-	-	-
1.4 VEGETAÇÃO								R\$ -
SINAPI	98503	-	PLANTIO DE GRAMA EM PAVIMENTO CONCREGRAMA. AF_05/2018	M2	-	-	-	-
TOTAL s/ BDI								R\$ -
BDI adotado: 25,00%								0,00
VALOR TOTAL C/ BDI								R\$ -

Nota:

*Serviços preliminares: os itens de demolição mecanizada de concreto e transporte de entulho somente entrarão no orçamento no caso da instalação em calçada existente.

Nota:

A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha "Concregrama" deste Caderno de Tipologias. Os códigos facilitam o preenchimento da planilha na data da aplicação da tipologia, mantendo assim seu custo sempre atualizado.

Eixo - Manejo de Águas Pluviais - Pisos Drenantes - Concregrama

Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade



EIXO



MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

TIPOLOGIA

PISOS DRENANTES

APLICAÇÃO

CONCRETO PERMEÁVEL



CONCRETO PERMEÁVEL

Trata-se de um piso poroso ecológico, formado por uma combinação de concreto com pedras granuladas, na qual facilita a drenagem da água para o solo. Trata-se de uma solução sustentável que reduz os problemas causados por impactos climáticos como enchentes e alagamentos, pois apresenta alta porosidade e excelente permeabilidade. Seus blocos possuem varias cores, o que também ajuda para colaborar com a beleza do ambiente onde é utilizado.

Localização Estratégica

O piso em concreto permeável pode ser utilizado em diversos tipos de obras, mas é geralmente recomendado para áreas externas, como: calçadas, pátios, parques, praças, ruas de baixo tráfego e ciclovias.

Para aplicação em estacionamentos e vias para veículos, é necessário verificar com o fornecedor a resistência do material. Não é indicado para locais submetidos a altas cargas e tráfego intenso, uma vez que o material não atinge elevados valores de resistência mecânica.

Fontes:

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16416. **Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos.** Rio de Janeiro: ABNT, set. 2015.

MARTINS, S. E.; CASTILHO, S. B. S. **Estudo de pavimento drenante para o controle de escoamento urbano.** 2020. Disponível em: <http://45.4.96.19/bitstream/aee/17008/1/9_2020_2%20SARAH_STH%c3%89FANNY.pdf> Acesso em: 24/06/2024.

MASTER PLATE. **Piso Drenante: O que é, como funciona, quanto custa.** Disponível em: <<https://masterplate.com.br/piso-drenante>>. Acesso em: 05/03/2024.



Imagem: Milena Boni

Características Técnicas

O pavimento drenante, também chamado pavimento permeável, é um sistema de infiltração onde a água passa por uma superfície permeável e é direcionada para um reservatório de pedras localizado abaixo da superfície.

A espessura da camada de assentamento deve ser uniforme e constante conforme o projeto, podendo variar de 20 mm a 60 mm na condição solta. É permitida uma variação máxima de + 5 mm em relação à espessura especificada. Os materiais utilizados devem ser pétreos e de granulometria aberta, seguindo as especificações detalhadas na Tabela 3, da norma brasileira ABNT NBR 16416.

O dimensionamento mecânico do pavimento deve seguir métodos reconhecidos e adequados a cada tipo de revestimento. É necessário considerar a saturação do solo ao optar por sistemas de infiltração total ou parcial. O dimensionamento hidráulico pode ser feito conforme o Anexo B (ABNT NBR 16416) ou por outro método compatível.

No dimensionamento da camada de

revestimento, o projeto deve seguir, no mínimo, os valores especificados na Tabela 8 (ABNT NBR 16416). O projetista deve avaliar se esses valores são adequados para suportar a abrasão e as cargas previstas, considerando o tipo de tráfego do projeto.

Ganhos

- Menor custo, quando comparados com outros sistemas;
- Aplicação rápida e simples;
- Alta permeabilidade (porosidade), promovendo o reabastecimento das fontes subterrâneas de água;
- Redução do risco de enchentes e melhoria na gestão hídrica urbana;
- Redução das temperaturas superficiais nas áreas urbanas;
- Maior conforto térmico;
- Alta aderência, antiderrapante;
- Redução do impacto ambiental, com o uso responsável dos recursos naturais;
- Beleza estética;
- Possibilidade de variação de cores;

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA



2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



3 SAÚDE E BEM-ESTAR



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



14 VIDA NA ÁGUA



15 VIDA TERRESTRE



17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO





Critérios

Antes de iniciar a instalação de pavimentos permeáveis, é fundamental considerar uma série de requisitos técnicos e normativos. Abaixo, apresentamos os principais critérios a serem observados:

- Capacidade de suporte do solo conforme ABNT NBR 9895;
- Distância mínima de 0,6m entre o nível mais alto do lençol freático e a parte inferior da base do pavimento;
- Distância mínima de 30m de fontes de captação de água subterrâneas;
- As áreas de contribuição não podem exceder em até cinco vezes as áreas permeáveis do pavimento;
- Declividade máxima de 5% para as áreas permeáveis e 20% para as áreas de contribuição;
- Atender à resistência mecânica mínima do revestimento;
- Atender aos requisitos da camada de sub-base, assentamento, rejuntamento, áreas vazadas e revestimento conforme ABNT NBR 16416, seção 6;
- A capacidade de suporte do solo deverá ser determinada pelo índice de suporte da califórnia, conforme norma brasileira ABNT NBR 9850;
- Para execução do concreto permeável moldado in loco, as empresas de concretagem devem atender aos requisitos da ABNT NBR 7212 e as especificações de projeto quanto à critérios do concreto que deverá ser executado.

Tipos de Infiltração

O pavimento permeável pode ser projetado de três maneiras distintas para a infiltração de água pluvial. A escolha do sistema de infiltração depende das características do solo e das exigências do projeto, conforme ABNT NBR 16416. Os sistemas de infiltração pode ser classificados conforme:

1) Infiltração total: toda a água da chuva alcança o subleito e se infiltra, conforme figura 01.

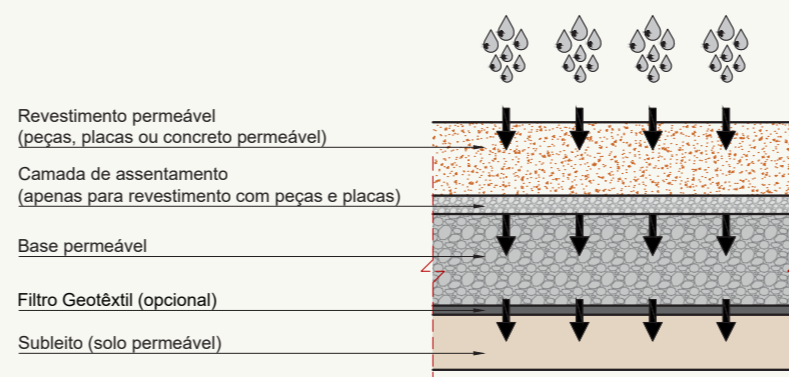


Figura 01: Infiltração total no pavimento permeável. Fonte: ABNT NBR 16416.

Tipos de pisos

Segundo a norma NBR 16416/2015, que trata de “Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos”, existem 3 tipos de revestimentos em concreto permeável: peças, placas ou pavimento.

1) Revestimento de peças de concreto permeável: revestimento composto por elementos pré-fabricados de concreto permeável, onde a drenagem da água se dá através das peças permeáveis pré-moldadas.



2) Infiltração parcial: parte da água da chuva alcança o subleito e se infiltra, enquanto outra parte fica temporariamente armazenada na estrutura permeável e depois é removida pelo dreno, conforme figura 2.

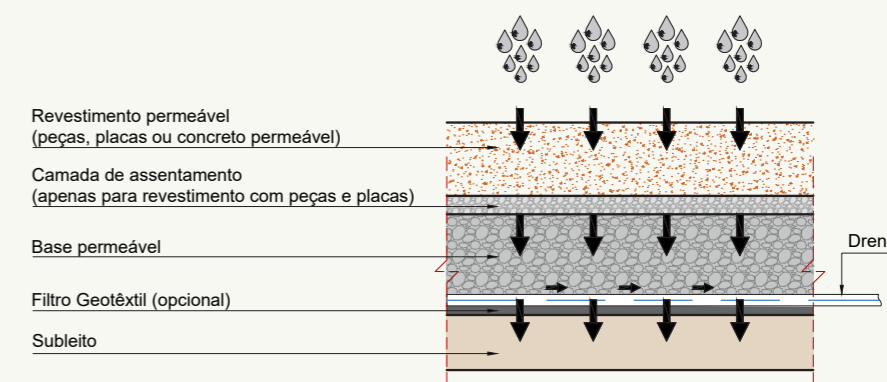


Figura 02: Infiltração parcial no pavimento permeável. Fonte: ABNT NBR 16416.

2) Revestimento de pavimento de placas de concreto permeável: pavimentação coberta com placas pré-fabricadas de concreto permeável, onde a infiltração da água ocorre pelo próprio concreto das placas, sem apresentar intertravamento entre elas.



3) Revestimento de pavimento de concreto permeável: pavimentação revestida com concreto permeável que é moldado in loco, permitindo a percolação da água através da estrutura do próprio concreto.





CONCRETO PERMEÁVEL

Possíveis Desafios

O uso do pavimento permeável pode apresentar problemas em regiões de clima frio, devido à possibilidade de danos causados pela neve, como entupimento ou trincamento.

Em regiões com alta amplitude térmica, também pode haver problemas relacionados à dilatação do material, resultando em trincas.

Em regiões com muito vento, o pavimento permeável pode enfrentar problemas de erosão do solo. Pequenos fragmentos podem entupir o pavimento, comprometendo sua funcionalidade.

A instalação desse tipo de pavimento em regiões sobre grandes aquíferos também possuem ressalvas, uma vez que a água da superfície pode vir a contaminar o aquífero ou diminuir a qualidade da sua água.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos

Etapas de Implementação

1 - Planejamento e definição do local: definição do local e análise das características do local de implantação e do tipo de uso.

2 - Dimensionamento das camadas de base e/ou sub-base: realizar o dimensionamento mecânico e hidráulico para definição das espessuras e materiais a serem utilizados, conforme condições de abrasão, suporte de carga e drenagem. Verificar ABNT NBR 16416, anexo B;

3 - Definições de projeto: após dimensionamento das camadas, definir sistema de contenção do pavimento e detalhamento da paginação. Caso seja necessário, especificar sistema de drenagem;

4 - Demolição da estrutura pré-existente: se houver uma estrutura pré-existente no local onde o pavimento intertravado será instalado, é necessário remover essa estrutura;

5 - Preparação e nivelamento: o terreno precisará ser limpo dos entulhos da demolição e o solo deverá ser nivelado. Verifique se a base está compactada e firme.

Manutenção e Gestão

Conforme descrito na norma brasileira ABNT NBR 16416, o pavimento permeável deve ser submetido a intervenções caso seja constatada alguma condição que comprometa seu desempenho mecânico ou hidráulico.

Os reparos no pavimento devem empregar os mesmos materiais do pavimento original. É proibido usar revestimentos impermeáveis ou outros materiais que possam evidenciar o reparo ou comprometer o desempenho do pavimento.

A verificação periódica da permeabilidade do pavimento permeável deve seguir as indicações conforme projeto. Se, após um certo período de uso, o pavimento apresentar um coeficiente de permeabilidade igual ou inferior a 10^{-5} m/s,

6 - Execução das camadas: deve ser realizada conforme metodologias construtivas referentes ao tipo de revestimento escolhido (peça de concreto permeável, placa de concreto permeável ou concreto permeável moldado no local) - conferir tabela 8, da norma brasileira ABNT NBR 16416. Para concreto moldado no local, atender as especificações da ABNT NBR 7212.

7 - Assentamento das peças: depois da base nivelada, o assentamento deverá iniciar a partir da contenção para garantir a estabilidade horizontal e deverá ser usado uma linha de nylon para orientar o alinhamento e nivelamento. Nos cantos a peça deverá ser arrematada conforme a paginação escolhida para os blocos;

8 - Inspeção final e liberação do tráfego: conferência visual de toda a sua extensão, para averiguar a presença de peças quebradas ou trechos danificados ou com falhas. Os possíveis defeitos encontrados devem ser reparados antes da liberação de tráfego.

conforme medido pelo Anexo A da norma brasileira ABNT NBR 16416, devem ser realizadas ações de limpeza para restaurar sua capacidade de permeabilidade.

Os processos de limpeza consistem em:

- Varrição mecânica para provocar a remoção de sujeiras e detritos da superfície;
- Jato de água sob pressão;
- Aplicação de equipamento de sucção para retirada de finos (partículas de solo ou sedimentos muito pequenos, como poeira, areia fina, ou outros materiais particulados de granulometria muito fina, que podem obstruir os poros do pavimento permeável);
- Recomposição do material de rejuntamento (quando necessário);
- Verificação da permeabilidade.





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Concreto Permeável

1. Erradicação da pobreza



1.4 Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo microfinanças

1.5 Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais

2. Fome zero e agricultura sustentável



2.4 Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo

3. Saúde e bem estar



3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo

6. Água potável e saneamento



6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

12. Consumo e produção responsáveis



12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água



14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Concreto Permeável

15. Vida terrestre



15.1 Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais

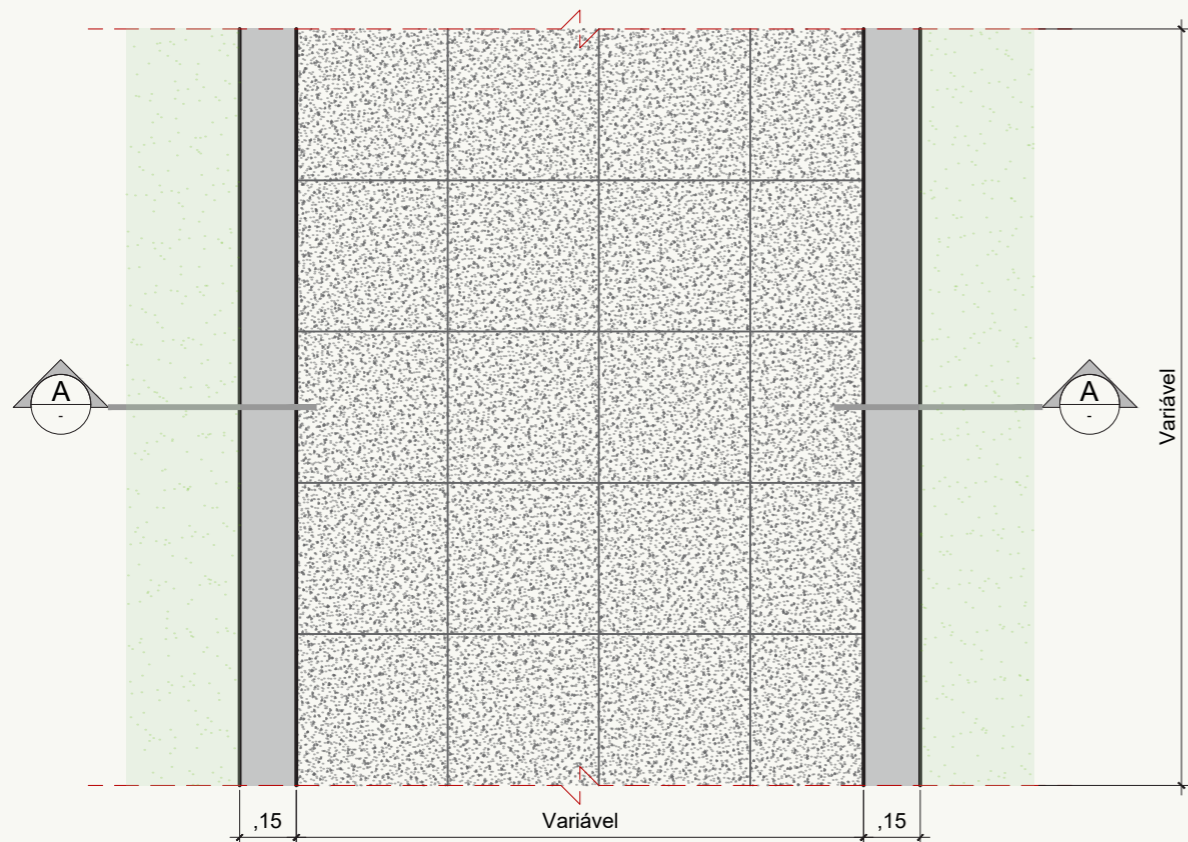
17. Parcerias e meios de implementação



17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado

17.16 Reforçar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, complementada por parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem conhecimento, expertise, tecnologia e recursos financeiros, para apoiar a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento

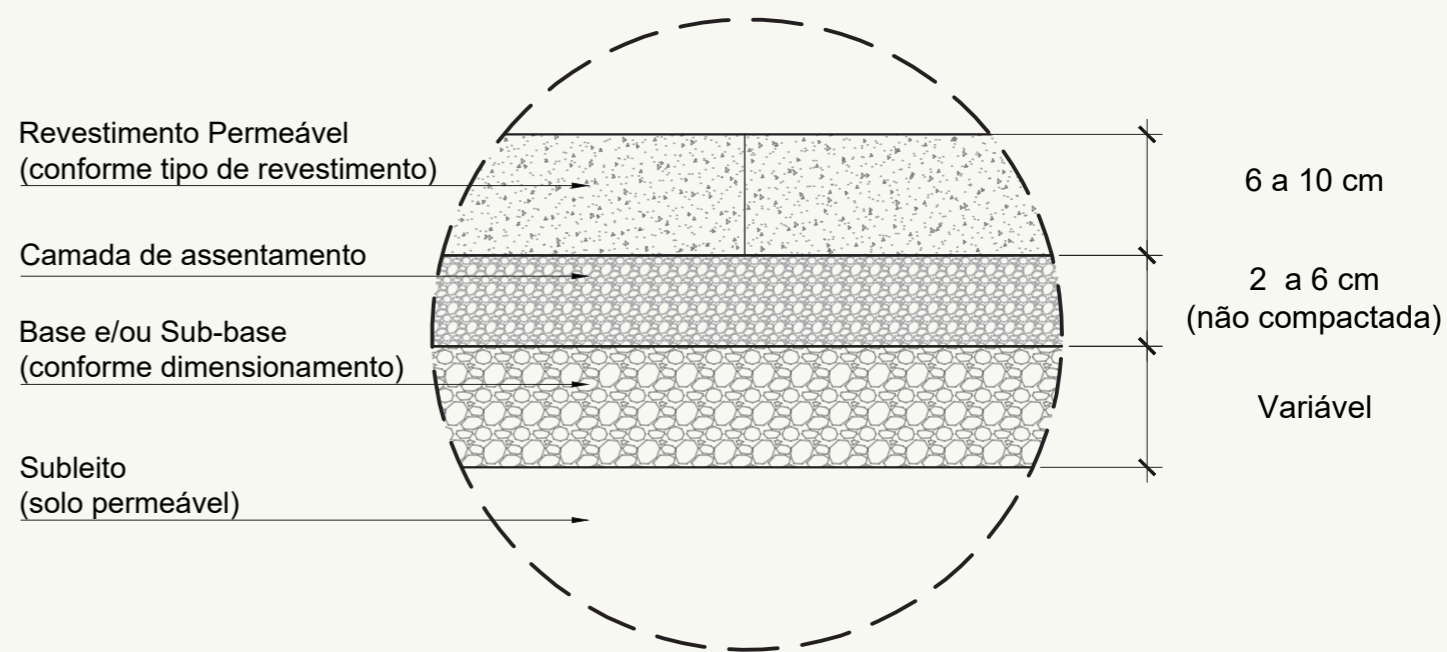




CONCRETO PERMEÁVEL

VISTA SUPERIOR

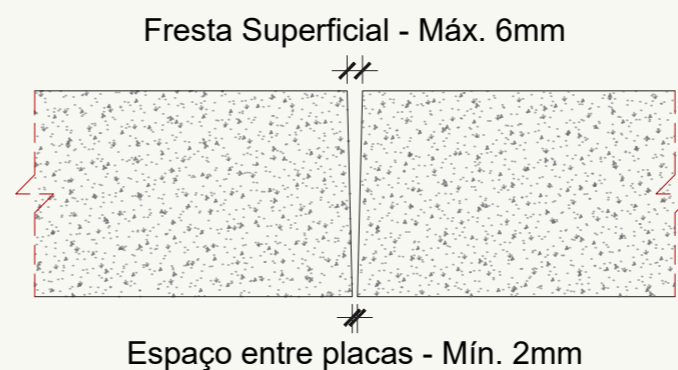
1:20



DETALHE 01

CORTE AA

1:5

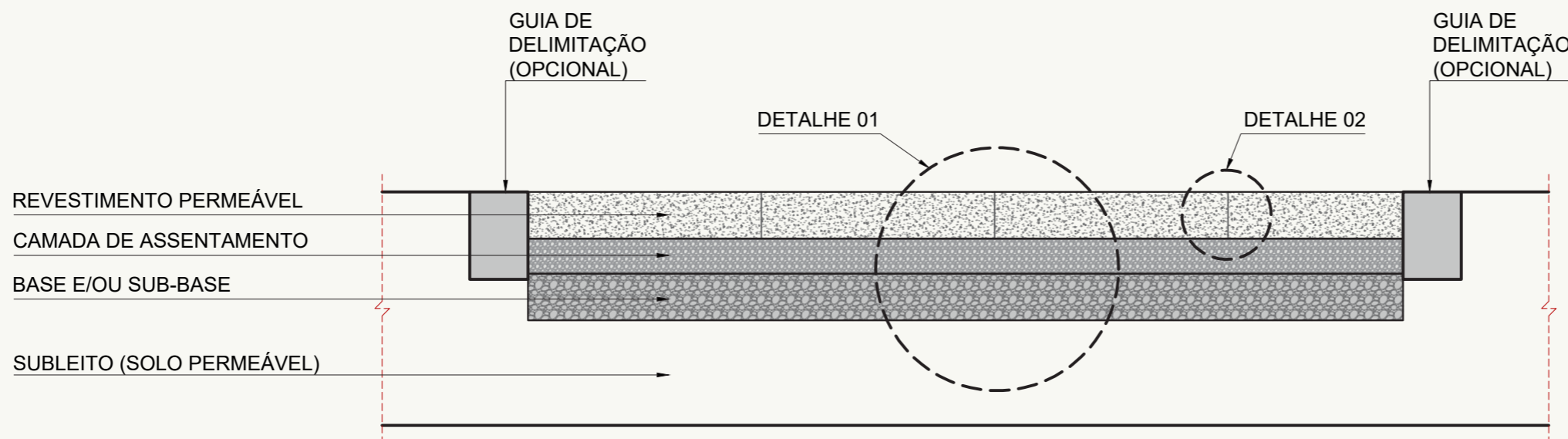


DETALHE 02 - AFASTAMENTO ENTRE PLACAS

CORTE AA

Sem escala

NOTAS:
No caso de assentamento das placas com junta sem preenchimento, o espaço entre as placas deve ser conforme as dimensões do detalhe 02.



CONCRETO PERMEÁVEL

CORTE AA

1:10



BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I									
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL	
1 EIXO: MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS - TIPOLOGIA: PISO DRENANTE - TIPOLOGIA APLICADA: BLOCO INTERTRAVADO (PARA NOVAS CALÇADAS)									
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$	-
CDHU	602020	-	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em vala ou cava até 1,5 m	M3	-	-	-	-	
CDHU	510024	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 10º km até o 15º km	M3	-	-	-	-	
1.2 BLOCO INTERTRAVADO								R\$	-
CDHU	5401010	-	Regularização e compactação mecanizada de superfície, sem controle do proctor normal	M2	-	-	-	-	
CDHU	1118040	-	Lastro de pedra britada	M3	-	-	-	-	
CDHU	5404340	-	Pavimentação em lajota de concreto 35 MPa, espessura 6 cm, cor natural, tipos: raquete, retangular, sextavado e 16 faces, com rejunte em areia	M2	-	-	-	-	
1.3 GUIA DE CONTENÇÃO*								R\$	-
SINAPI	94277	-	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 80X08X08X25 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	-	-	-	-	
OU									
SINAPI	94273	-	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	-	-	-	-	
1 EIXO: MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS - TIPOLOGIA: PISO DRENANTE - TIPOLOGIA APLICADA: BLOCO INTERTRAVADO (PARA DEMOLIÇÃO DE CALÇADA EXISTENTE E EXECUÇÃO DE UMA NOVA CALÇADA)									
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$	-
CDHU	301020	-	Demolição manual de concreto simples	M3	-	-	-	-	
OU									
CDHU	301230	-	Demolição mecanizada de concreto simples, inclusive fragmentação e acomodação do material	M3	-	-	-	-	
CDHU	510024	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 10º km até o 15º km	M3	-	-	-	-	
1.2 BLOCO INTERTRAVADO								R\$	-
CDHU	5401010	-	Regularização e compactação mecanizada de superfície, sem controle do proctor normal	M2	-	-	-	-	
CDHU	1118040	-	Lastro de pedra britada	M3	-	-	-	-	
CDHU	5404340	-	Pavimentação em lajota de concreto 35 MPa, espessura 6 cm, cor natural, tipos: raquete, retangular, sextavado e 16 faces, com rejunte em areia	M2	-	-	-	-	
1.3 GUIA DE CONTENÇÃO*								R\$	-
SINAPI	94277	-	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 80X08X08X25 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	-	-	-	-	
OU									
SINAPI	94273	-	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	-	-	-	-	
TOTAL s/ BDI								R\$	-
BDI adotado: 25,00%									0,00
VALOR TOTAL C/ BDI								R\$	-

Nota:

A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha "Concreto Permeável" deste Caderno de Tipologias.

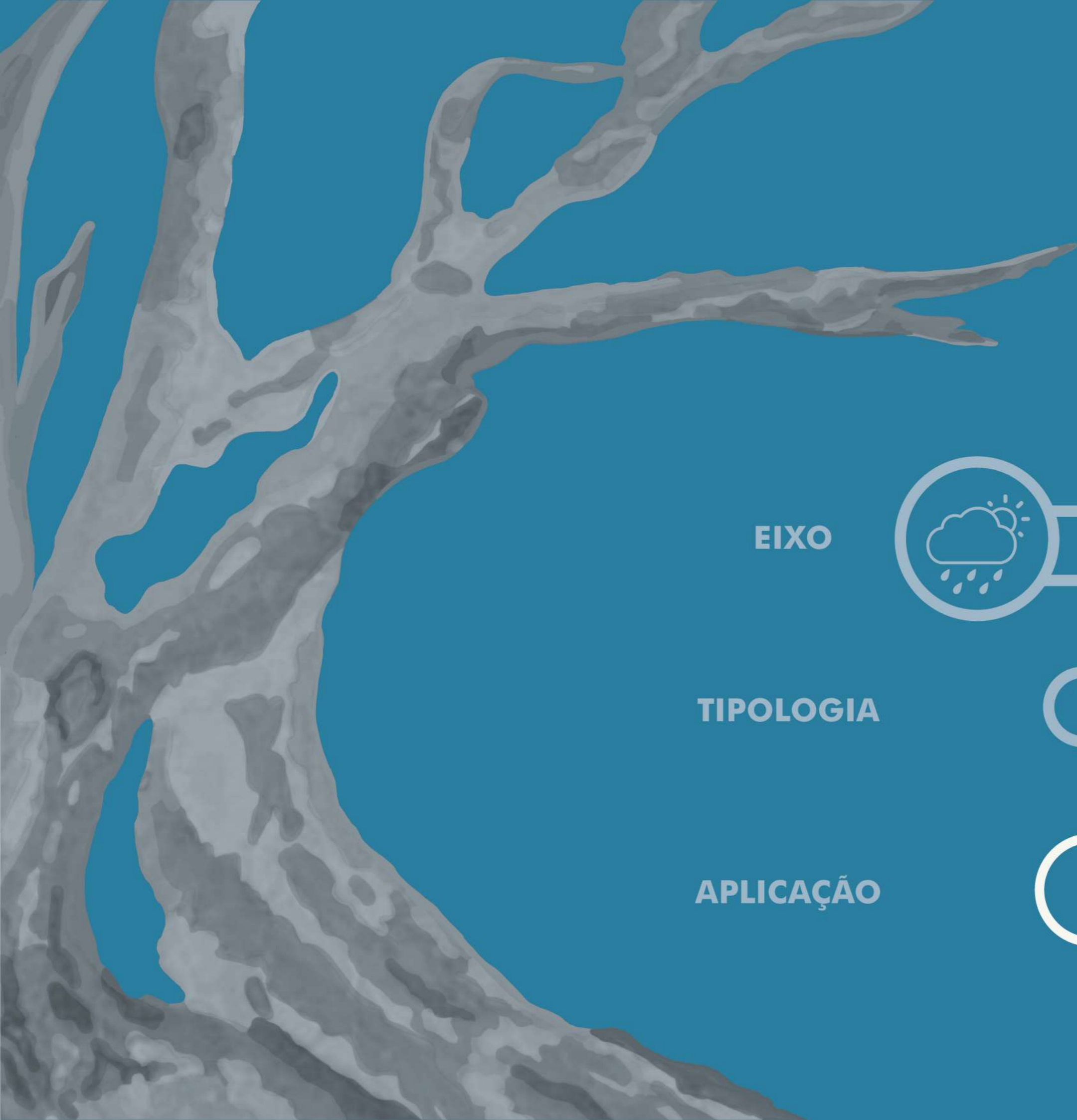
Os códigos facilitam o preenchimento da planilha na data da aplicação da tipologia, mantendo assim seu custo sempre atualizado.

Eixo - Manejo de Águas Pluviais - Pisos Drenantes - Concreto Permeável

Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade.

Notas:

*Guia de contenção: verificar in loco a necessidade da utilização das guias de contenção.



EIXO



MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

TIPOLOGIA

PISOS DRENANTES

APLICAÇÃO

FULGET



FULGET

O piso fulget é feito in loco, a base de resina e é constituído pela mistura de mármore, cimento, granitos, aditivos granulados e outros materiais.

Uma diferença importante entre as placas de piso drenante comum e o piso resinado é que enquanto o piso drenante comum é produzido em placas, o resinado pode ser moldado no próprio local. Isso resulta em uma peça única, conferindo uma estética mais atraente e uma resistência muito maior em comparação com as placas de cimento. Além disso, ao contrário destas, que apresentam baixa resistência e irregularidades, o piso resinado evita a contaminação do solo com cimento.

Localização Estratégica

Frequentemente encontrado em áreas externas, como em calçadas, parques públicos, ao redor de piscinas ou mesmo para a subida de rampas.

Também pode ser usado internamente em diversos ambientes, tais como em jardins, lavabos e varandas, nas áreas que, mesmo internamente, costumam ser molhadas e precisam de um piso com características antiderrapantes.

Fontes:

MASTER PLATE. **Piso Fulget**. Disponível em: <https://masterplate.com.br/fulget/>. Acesso em: 13 mai. 2024.

BAUTECH. **Ficha Técnica 9.030: Bautech Fulget**. 2019. Disponível em: <https://bautechbrasil.com.br/wp-content/uploads/2020/10/FT-9.030-BAUTECH-FULGET.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.

ACORUS. **Base Drenante – Preparação de Uma Base Drenante para o Pavimento Permeável**. Versão 2.2. 2022. Maia, Portugal. Disponível em: <https://acorus.pt/docs/aquastone-base-dren.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.

LAVAGEM DE FULGET. Disponível em: <https://www.abraslimp.com.br/lavagem-de-fulget>. Acesso em: 13 mar. 2024.



Imagem: Master Plate

Características Técnicas

Há dois tipos de piso fulget, o fulget cimentício (tradicional) e o Fulget Resinado (natural).

1 - Fulget cimentício (tradicional): Este tipo de piso também é conhecido como “piso cimentício”; trata-se de um tipo de revestimento que apresenta uma composição majoritária de cimento e cal, bem como uma quantidade menor de granito, mármore, quartzo e arenito. Neste caso é comum que as juntas entre as placas e o rejunte fiquem à mostra, o que pode resultar em manchas com o tempo. Depois de aplicar e secar, é necessário lavá-lo com ácido.

2 - Fulget Resinado (natural): Já este tipo de piso pode também ser chamado de “piso resinado”, sendo composto majoritariamente de cimento e cal, bem como uma quantidade menor de granito, resinas de acrílico, quartzo e arenito. Por ser resinado, não possui juntas visíveis, conferindo uma aparência mais limpa e uniforme ao pavimento, e permite uma aplicação seca em apenas um dia.

Além da vantagem da ausência de rejuntas, é mais resistente do que o piso cimentício, devido a sua composição com resina proporcionar uma maior flexibilidade. Dispensa quaisquer cuidados depois de sua secagem, mas ele ainda precisa ser lavado com ácido depois de aplicado.

Ganhos

- Alta permeabilidade (porosidade);
- Alta aderência, antiderrapante;
- Alta resistência;
- Alta durabilidade;
- Propriedade antitérmica;
- Menor manutenção;
- Rápida aplicação;
- Superfície regular (comparada a intertravados, concregrama e placas drenantes);
- Possibilidade de variação de formato e cores, podendo-se até mesmo realizar combinações e desenhos com ele, proporcionando beleza estética.

1 ERRADICAÇÃO
DA POBREZA



2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



3 SAÚDE E
BEM-ESTAR



6 ÁGUA POTÁVEL
E SANEAMENTO



8 TRABALHO DECENTE
E CRESCIMENTO
ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO
E INFRAESTRUTURA



11 CIDADES E
COMUNIDADES
SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E
PRODUÇÃO
RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A
MUDANÇA GLOBAL
DO CLIMA



14 VIDA NA
ÁGUA



15 VIDA
TERRESTRE



17 PARCERIAS E MEIOS
DE IMPLEMENTAÇÃO





FULGET

Possíveis Desafios

Não deve ser aplicado em locais úmidos e sobre superfícies betuminosas, como asfalto e piche. Para aplicação em bases cimentícias novas é necessário aguardar o prazo mínimo de 28 dias de cura.

Devido a características físico-químicas, quando aplicado em locais externos (exposto ao sol), tende à perda de brilho e a amarelar gradativamente com o passar do tempo. Na cor branca, mesmo aplicado em ambientes internos, tende a amarelar.

Para cada caso, é fundamental se ater às recomendações do fabricante e instalador profissional.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos

Etapas de Implementação

1 - Preparação do local: Para aplicação do Piso Fulget Resinado, inicia-se com o processo de terraplanagem e abertura da caixa para a base do pavimento. Em seguida, é realizada a compactação mecânica do solo, com placa vibradora.

2 - Preparo do produto: Para evitar a infiltração da camada drenante no solo, é aplicado um geotêxtil prévio entre o solo existente e a camada de brita. Se necessário, realizar a instalação do dreno, especialmente nas cotas mais baixas.

3 - Aplicação: Com uma desempenadeira metálica lisa distribua o produto sobre o local de aplicação. É importante manter a uniformidade de espessura e planicidade, facilitando o acabamento final. Não deve ser aplicado o substrato caso atinja temperaturas abaixo de 5°C ou acima de 40°C.

4 - Acabamento final: É necessário compactar a camada aplicada; para isto, utilize uma desempenadeira plástica compactando o local. Outra opção é a utilização de um rolete de madeira, metal ou plástico uniformizando e compactando a aplicação.

Caso desejada paginação ou juntas, por questão estética, promova juntas utilizando perfil de plástico ou conforme acabamento almejado. Para paginação padrão recomenda-se juntas em área de até 4m² (2x2 metros).

5 - Liberação: Após a aplicação o local poderá ser liberado após 12 horas, já em locais com trânsito de veículos aguardar prazo de 24 horas.

Manutenção e Gestão

Varra ou aspire o piso regularmente para remover poeira, sujeira e detritos soltos.

Faça lavagens periódicas com água e detergente neutro para remover manchas e sujeiras acumuladas. Evite produtos de limpeza abrasivos que possam danificar a superfície do fulget. Pode ser utilizada uma lavadora a jato com excelente pressão para auxiliar no processo de limpeza.

Realize inspeções regulares para identificar quaisquer problemas de desgaste, danos ou necessidades de reparo. Caso haja necessidade faça reparos imediatamente em caso de danos, para evitar que o problema se agrave e afete a integridade do piso.

Comparação de permeabilidade

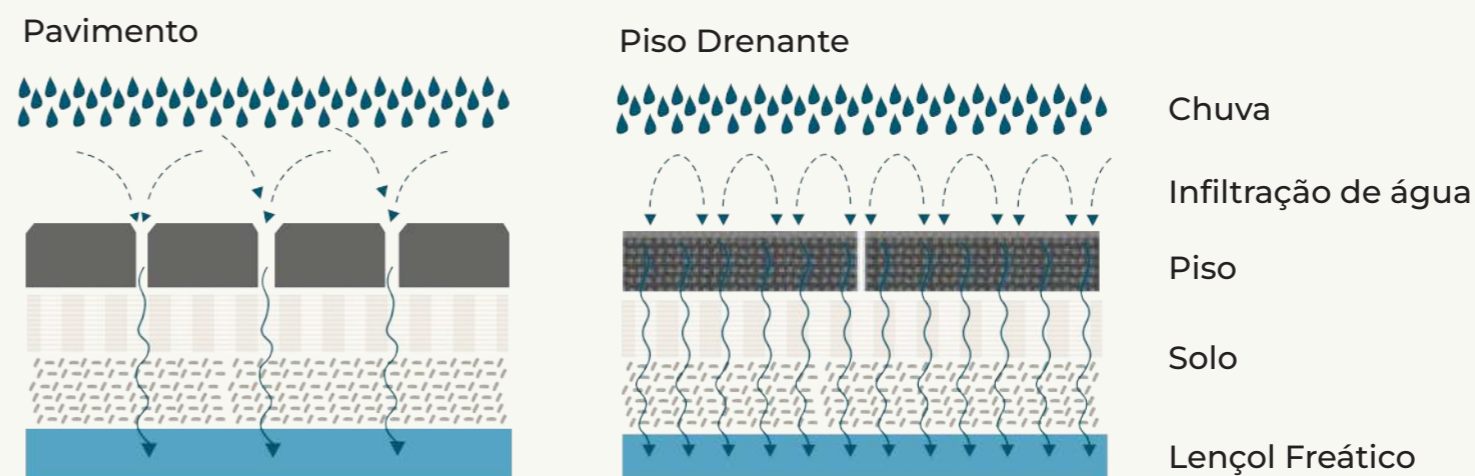


Imagem: Baseado em Master Plate, c2024.





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas ao Fulget

1. Erradicação da pobreza



1.4 Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo microfinanças

1.5 Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais

2. Fome zero e agricultura sustentável



2.4 Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo

3. Saúde e bem estar



3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo

6. Água potável e saneamento



6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

12. Consumo e produção responsáveis



12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água



14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas ao Fulget

15. Vida terrestre



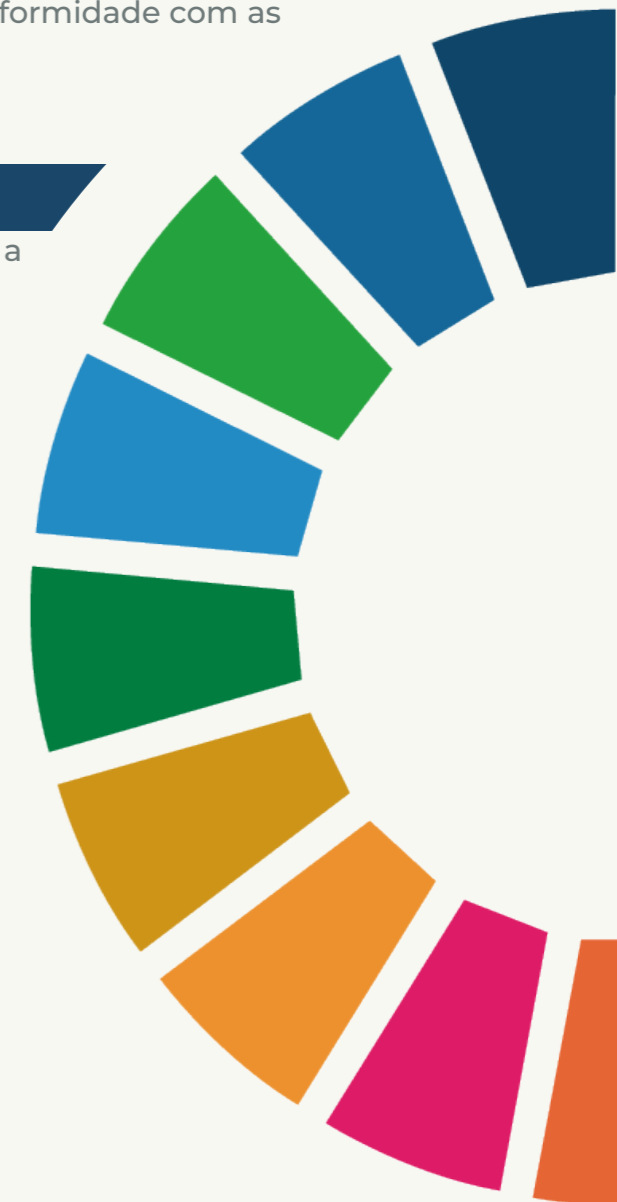
15.1 Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais

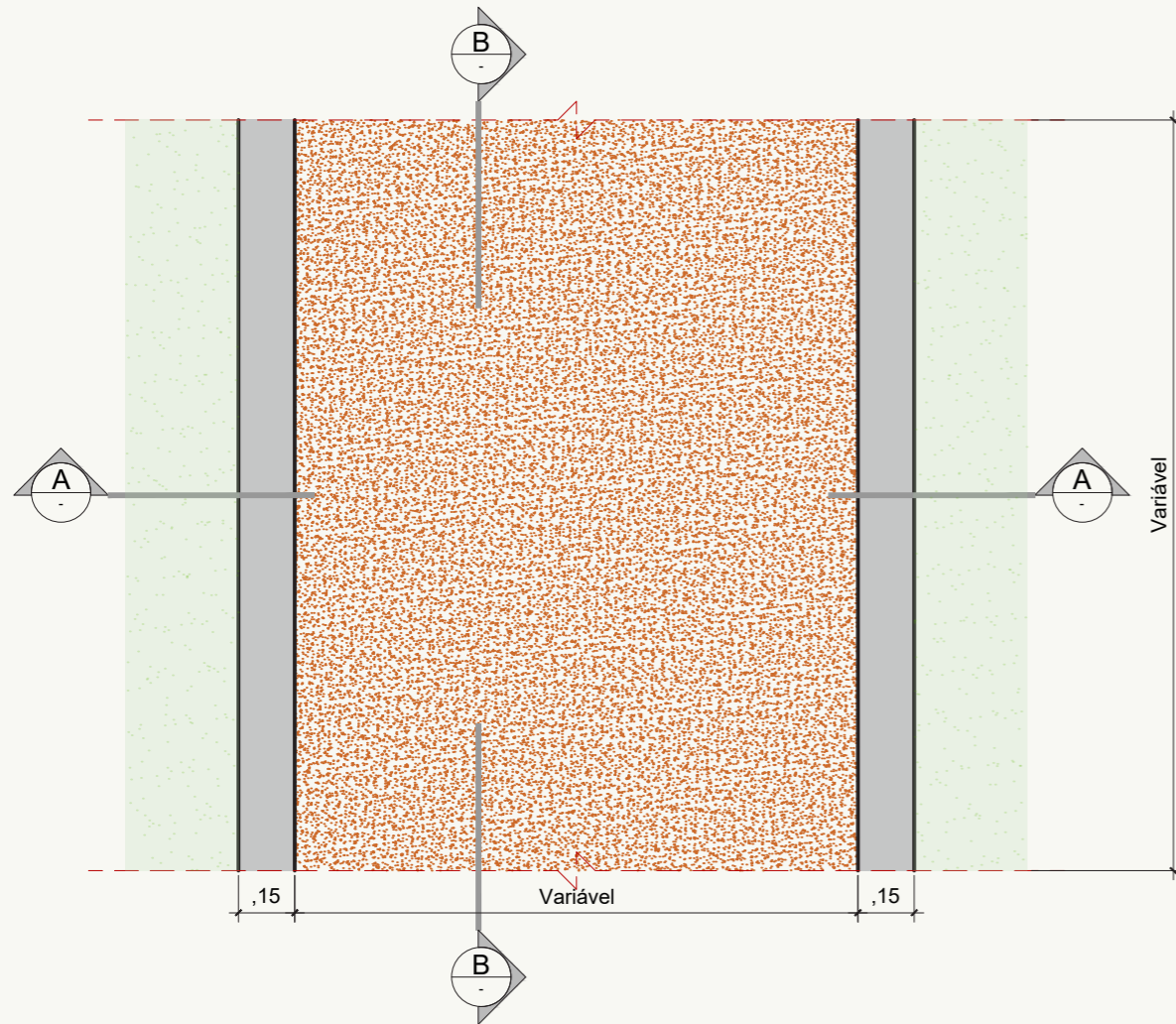
17. Parcerias e meios de implementação



17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado

17.16 Reforçar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, complementada por parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem conhecimento, expertise, tecnologia e recursos financeiros, para apoiar a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento

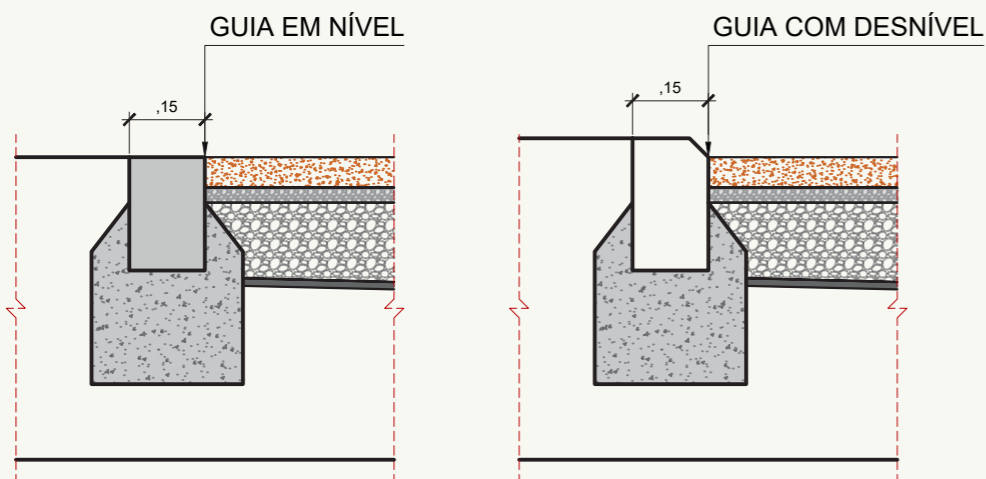




PISO FULGET

VISTA SUPERIOR

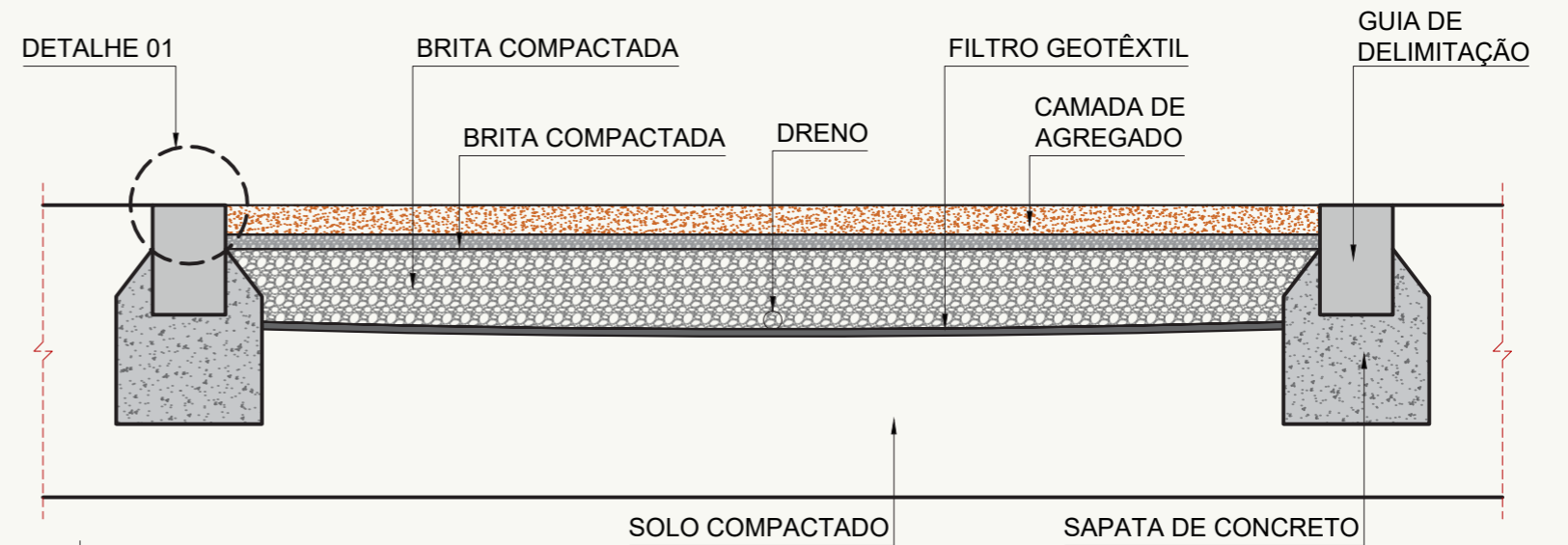
1:20



DETALHE 01 - GUIA DE DELIMITAÇÃO

CORTE AA

1:10



PISO FULGET

CORTE AA

1:10

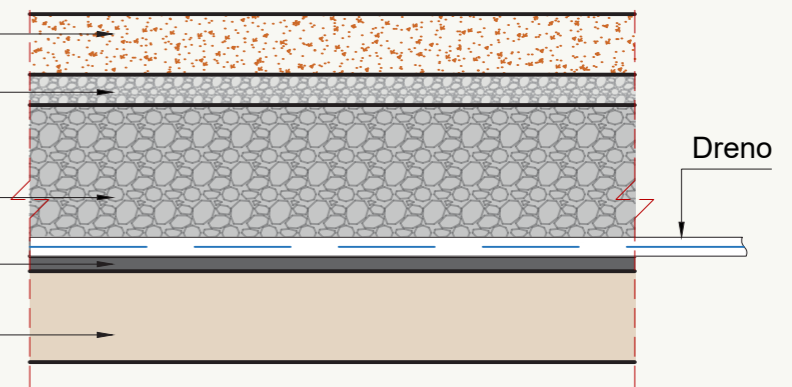
4 cm de Agregado

2cm de Brita (2 a 5 mm) Compactada

10cm de Brita (2 a 32 mm) Compactada

Filtro Geotêxtil

Solo Compactado



PISO FULGET - TRÁFEGO DE VEÍCULOS

CORTE BB

1:5

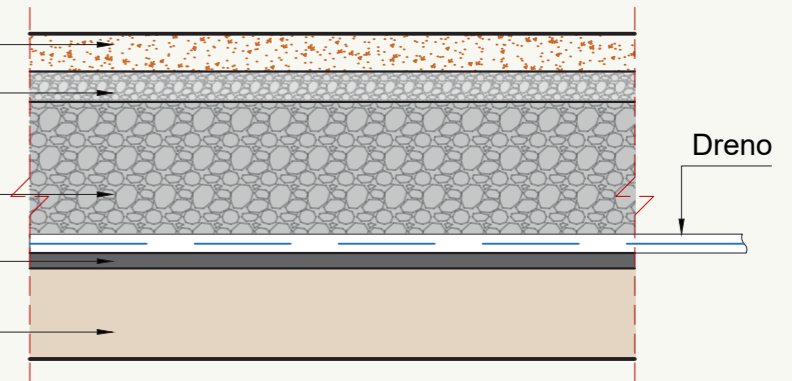
2,5 cm de Agregado

2cm de Brita (2 a 5 mm) Compactada

5 a 10cm de Brita (2 a 32 mm) Compactada

Filtro Geotêxtil

Solo Compactado



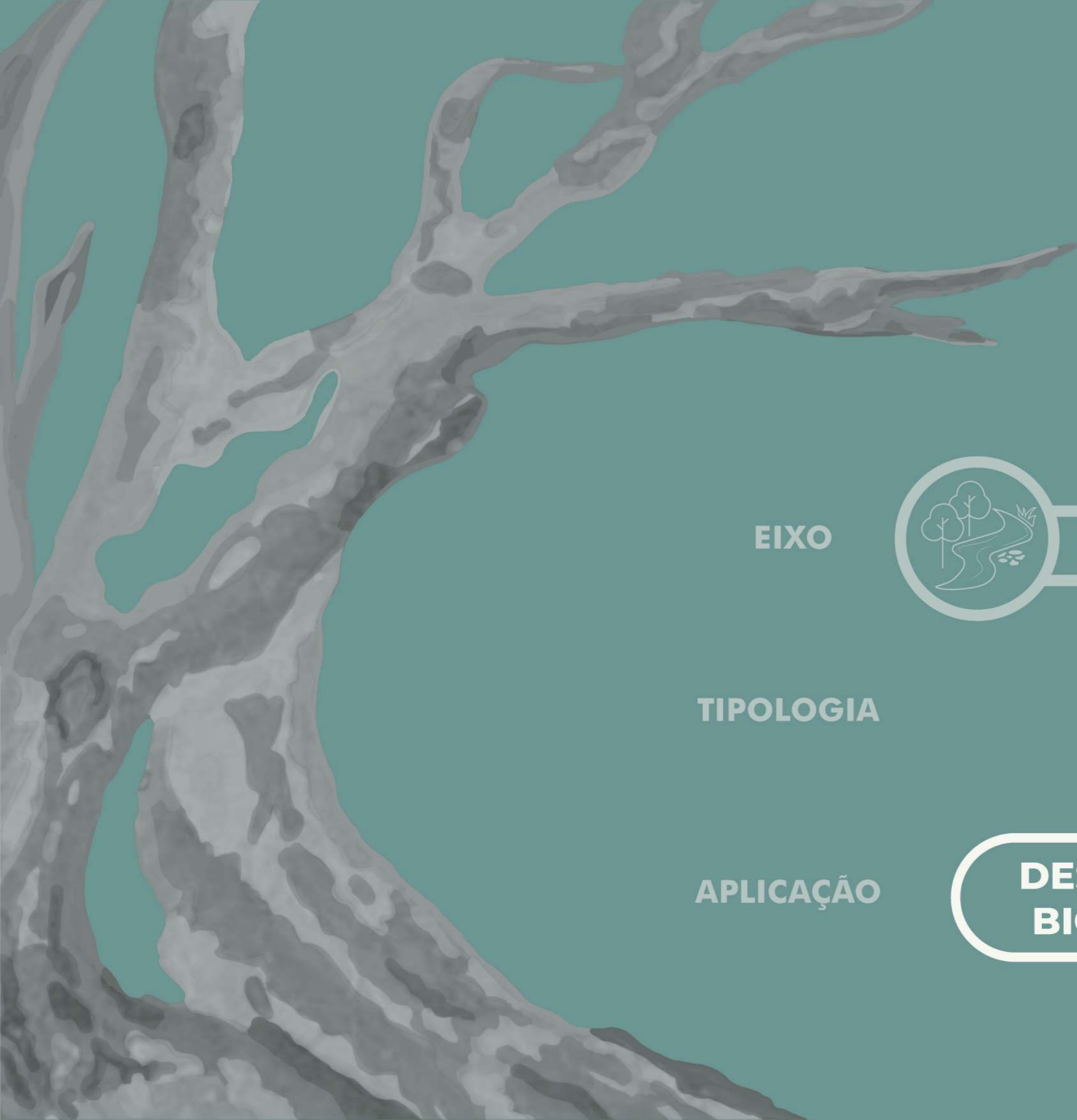
PISO FULGET - TRÁFEGO PEDONAL

CORTE BB

1:5

NOTAS:

- 1 - Na camada de base de brita grossa deverá ser adicionado pó de pedra para preencher os vazios entre os fragmentos. Ao final do processo de regularização, rega e compactação, o pó de pedra deverá ter altura máxima de 1 cm acima da camada de brita;
- 2 - Não exceder os 0,5cm de irregularidade, pois pode originar consumos superiores do material;
- 3 - Nas cotas mais baixas do terreno, a instalação do dreno é obrigatória. Nas cotas mais elevadas a instalação se torna opcional;
- 4 - O pavimento deve estar contido em todo seu perímetro, desde a base, por muretas, guias ou similares, evitando deslocamentos e para proteger as arestas vivas do pavimento.



EIXO



MANEJO DE SISTEMAS HÍDRICOS

TIPOLOGIA

LAGOS

APLICAÇÃO

**DESPOLUIÇÃO POR
BIOESTIMULAÇÃO**



DESPOLUIÇÃO DE LAGOS POR BIOESTIMULAÇÃO

O processo de bioestimulação é ativado através de uma tecnologia revolucionária, exclusiva e patenteada, contida em uma placa de substrato inerte com nano minerais. A placa promove a multiplicação exponencial de microorganismos existentes no corpo hídrico, que consomem a matéria orgânica (poluição).

O tratamento pelo processo de bioestimulação natural promove o reequilíbrio dos ciclos do Nitrogênio e do Fósforo, permitindo que os microorganismos já presentes no meio consumam a carga orgânica (poluição) ali presentes.

Na natureza, as bactérias benéficas multiplicam-se 8.000 vezes a cada 10 horas. Com a Bioestimulação multiplicam-se 8.000.000 vezes a cada 10 horas.

Localização Estratégica

A tecnologia de despoluição por bioestimulação pode ser aplicada em lagos e lagoas que não recebem contribuição de esgotos.

Fontes:

O2Eco - Disponível em: <https://o2eco.com.br/>. Acesso em: 18 dez. 2023.

RESOLUÇÃO Nº 463, DE 29 de julho de 2014. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=679. Acesso em: 25 mar. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Lago do Parque da Cidade será tratado com tecnologia inovadora. 2018. Disponível em: <https://www.sjc.sp.gov.br/noticias/2018/abril/24/lago-do-parque-da-cidade-sera-tratado-com-tecnologia-inovadora/>. Acesso em: 03 abr. 2024.



Imagem: Claudio Vieira/Prefeitura Municipal São José dos Campos.

Características Técnicas

A placa é composta por hidrocarbonetos inertes em água que contêm nanominerais essenciais para os seres vivos. Trata-se de uma solução baseada na natureza (SbN) que simula corais artificiais, os quais servem de habitat para as bactérias benéficas (estromatólitos), criando um biofilme.

- Os bioestimuladores e os fitorremediadores estão isentos de registro, desde que não contenham espécies exóticas, assim como os agentes de processos físicos. O uso de remediadores requer autorização prévia do órgão ambiental competente, conforme estabelecido na Resolução CONAMA Nº 463/2014, Artigos 3 e 4;
- Evita-se o uso de produtos químicos ou biológicos (biorremediadores);
- Reduz riscos ocupacionais de acidentes com produtos químicos;
- Não há interferência visual no trecho em tratamento, dispensando a instalação de infraestruturas adicionais;

- Redução de 80%+ DBO e dos níveis de Fósforo, Nitrogênio e Turbidez;
- Impacto ambiental positivo na biota do manancial, através da bioestimulação natural que beneficia a vida aquática.

Ganhos

- CAPEX Zero – Nenhuma infraestrutura é necessária;
- Produtos químicos zero;
- Lodo zero;
- Odor zero;
- Tratamento 100% natural sem inserção de bactérias exógenas e enzimas;
- Obtenção dos resultados mais rápidos do mercado em tratamento natural;
- Custos de operação.

Resultados possíveis

- Estimulo aos usos recreativos;
- Lazer contemplativo nas bordas dos rios e lagos;
- Navegação à vela.

1 ERRADICAÇÃO
DA POBREZA



2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



3 SAÚDE E
BEM-ESTAR



6 ÁGUA POTÁVEL
E SANEAMENTO



8 TRABALHO DECENTE
E CRESCIMENTO
ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO
E INFRAESTRUTURA



11 CIDADES E
COMUNIDADES
SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E
PRODUÇÃO
RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A
MUDANÇA GLOBAL
DO CLIMA



14 VIDA NA
ÁGUA



17 PARCERIAS E MEIOS
DE IMPLEMENTAÇÃO





DESPOLUIÇÃO DE LAGOS POR BIOESTIMULAÇÃO

Possíveis Desafios

Novas fontes de poluição: Cargas poluentes industriais concentradas e descartadas irregularmente que provoquem a mortandade de bactérias (acidentes ou despejos ilegais de altas cargas).

Adaptação: Descontinuidade do uso de produtos químicos (vícios tecnológicos ultrapassados).

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos

Nota:

Esta ficha inaugura a fase de pesquisa de inovação tecnológica. Deverá ser feito um chamamento público para viabilizar a contratação das empresas especializadas nesta tecnologia de bioestimulação.

Etapas de Implementação

Antes da Aplicação



1. Avaliação técnica do manancial;
2. Estudo das análises laboratoriais (se existentes) ou levantamento das análises necessárias;
3. Obtenção de autorização para o uso de bioestimulador com as autoridades competentes;
4. Dimensionamento do projeto;

Manutenção e Gestão

- Baixos custos operacionais de implantação, operação e manutenção;
- Coleta e análise mensal da qualidade da água;
- Relatório Mensal interpretando os resultados da implantação;

Depois da Aplicação

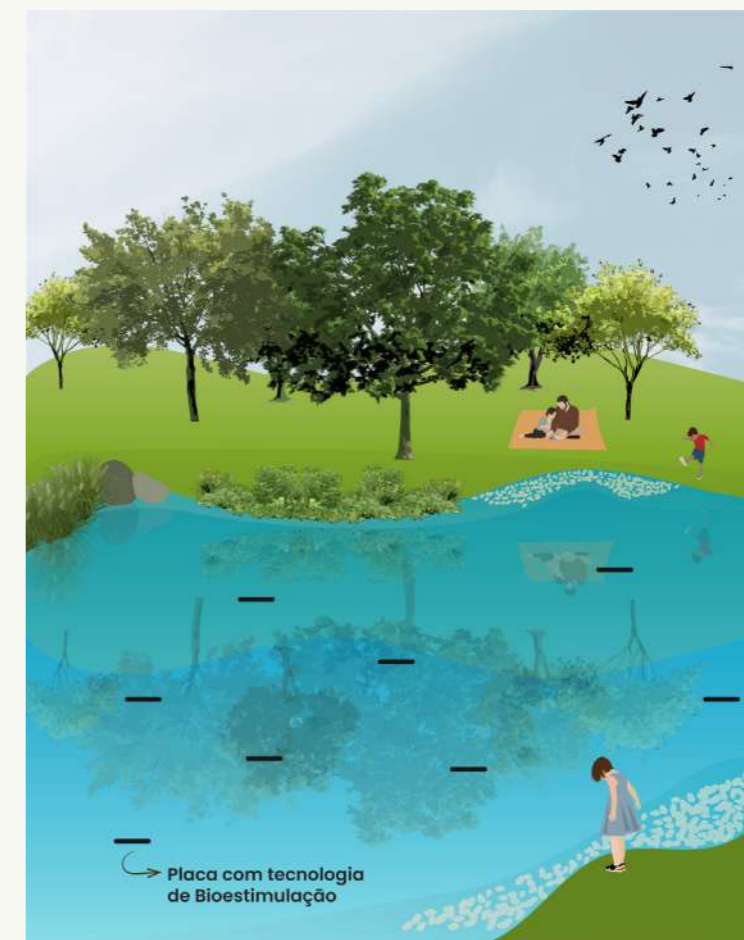


Imagem: Milena Boni.

5. Implementação e Start (Comissionamento) do projeto;
6. Acompanhamento no local da operação.

As etapas serão implementadas pela empresa responsável pelo sistema.

- Atendimento remoto da equipe responsável pelo projeto;
- Não é necessário um operador local dedicado após a implantação;
- Sistema de segurança/vigia das placas;
- Reposição anual das placas.

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA

2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

3 SAÚDE E BEM-ESTAR

6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO

8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO

9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA

11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS

13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA

14 VIDA NA ÁGUA

17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Despoluição por Bioestimulação

1. Erradicação da pobreza



1.4 Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo microfinanças

1.5 Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais reciclagem e as tecnologias de reuso

2. Fome zero/agricultura sustentável



2.4 Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo

3. Saúde e bem estar



3.2 Até 2030, acabar com as mortes evitáveis de recém-nascidos e crianças menores de 5 anos, com todos os países objetivando reduzir a mortalidade neonatal para pelo menos 12 por 1.000 nascidos vivos e a mortalidade de crianças menores de 5 anos para pelo menos 25 por 1.000 nascidos vivos

3.3 Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis

3. Saúde e bem estar



3.4 Até 2030, reduzir em um terço a mortalidade prematura por doenças não transmissíveis via prevenção e tratamento, e promover a saúde mental e o bem-estar

3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo

3.d Reforçar a capacidade de todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, para o alerta precoce, redução de riscos e gerenciamento de riscos nacionais e globais de saúde

6. Água potável e saneamento



6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais



9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.4 Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo

12. Consumo e produção responsáveis



12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Despoluição por Bioestimulação

14. Vida na água

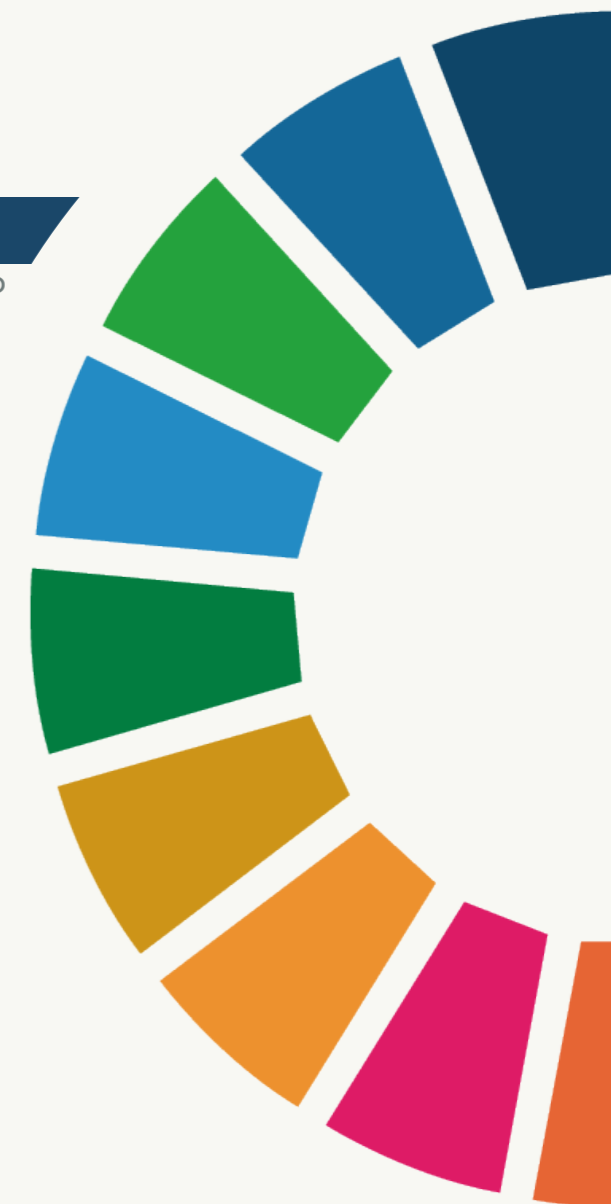


14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

17. Parcerias/meios de implementação



17.16 Reforçar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, complementada por parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem conhecimento, expertise, tecnologia e recursos financeiros, para apoiar a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento





REFERÊNCIA DE CUSTOS – 2023

Consulta básica realizada em 25/08/2023

Fonte: Empresa especializada no sistema.

Para lagos e lagoas com profundidade média de até 3 metros

ÁREA (m ²)	TECNOLOGIA E APLICAÇÃO	TECNOLOGIA E APLICAÇÃO + COLETAS E ANÁLISES DE PARÂMETROS BÁSICOS
1.000	R\$ 15.000,00	R\$ 21.500,00
10.000	R\$ 150.000,00	R\$ 215.000,00
30.000	R\$ 450.000,00	R\$ 645.000,00

Aplicação pode ser realizada apenas em lagos e lagoas que **não recebem contribuição de esgotos.**

Para lagos e lagoas com profundidade média maior que 3 metros

ÁREA (m ²)	TECNOLOGIA E APLICAÇÃO	TECNOLOGIA E APLICAÇÃO + COLETAS E ANÁLISES DE PARÂMETROS BÁSICOS
1.000	R\$ 30.000,00	R\$ 43.000,00
10.000	R\$ 300.000,00	R\$ 430.000,00
30.000	R\$ 900.000,00	R\$ 1.290.000,00

Para lagos e lagoas de **profundidade média até 3 m**, é necessário **1 kg a cada 100 m².**

Para lagos e lagoas de **profundidade média acima de 3 m**, é necessário **1 kg a cada 50 m².**



EIXO



ÁREAS VERDES MULTIFUNCIONAIS

TIPOLOGIA

VEGETAÇÃO URBANA

APLICAÇÃO

ARBORIZAÇÃO URBANA



ARBORIZAÇÃO URBANA

A Arborização Urbana consiste em um processo planejado de implantação de árvores na cidade, seja em espaços públicos ou privados, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida, tanto da população quanto da fauna local. Por meio da fotossíntese e respiração das árvores, essa solução visa mitigar problemas como a poluição atmosférica, melhorar a qualidade do ar e reduzir as temperaturas e amplitudes térmicas nas cidades. Além disso, a arborização urbana contribui para a percepção de qualidade de vida humana e estimula a biodiversidade da fauna e flora.

Localização Estratégica

A arborização urbana pode ser aplicada em passeios de vias públicas, áreas verdes públicas e áreas internas de lotes e glebas, tanto em espaços públicos quanto privados. Preferencialmente, deve ser implantada em áreas de circulação significativa que não interfiram no trânsito de pessoas e veículos.

Fontes:

SECRETARIA DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Manual Técnico de Arborização Urbana**. São Paulo. 3ª revisão, 2023. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/MARBOURB.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2023.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Caderno de Educação Ambiental: Arborização Urbana**. São Paulo. 1ª edição, 2015. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/caderno-21-arborizacao-urbana/>. Acesso em: 18 dez. 2023.

São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Instituto Florestal Árvore amiga da cidade**. /Alexsander Zamorano Antunes...[et al]. São Paulo: Instituto Florestal, 2015. Disponível em <http://www.iflorestal.sp.gov.br>. Acesso em: 18 dez. 2023.



Imagem: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo

Características Técnicas

Para a implantação de arborização urbana, é necessário considerar as características de cada espécie e do local disponível. De modo geral, alguns aspectos importantes a serem considerados incluem:

- Largura mínima da calçada de 1,90m, com 1,20m destinados ao passeio público e 70cm à faixa de serviço para implantação de equipamentos e mobiliário urbano;
- Respeitar distâncias em relação a esquinas, elementos e mobiliário urbano, levando em consideração o porte do exemplar a ser implantado;
- Levar em consideração o tipo de tráfego na faixa de rolamento (paralela ao meio-fio) e a formação da copa da árvore escolhida;
- O mercado viveirista oferece mudas com torrões cujos volumes variam de 30 a 100 litros. Considerando estes volumes, a cova deve ter dimensões mínimas de 0,60mx0,60mx0,50m e variar de acordo com o aumento do volume do torrão;

Ganhos

- Melhora da qualidade do ar ao controlar a temperatura e a umidade, promovendo o bem-estar da comunidade;
- Aumento da permeabilidade do solo;
- Diminuição da erosão e retenção de águas pluviais;
- Sequestro e armazenamento de CO₂;
- Redução de ventos, ruídos e incidência direta de radiação solar;
- Aumento da biodiversidade e contribuição para a fauna local;
- Incentivos à aderência das comunidades locais através de programas escolares.
- Caso o solo onde será plantada a muda apresentar baixa fertilidade, como em aterros, ou mostrar-se inadequado quando há excesso de compactação ou presença de entulho, a cova deverá ter preferencialmente dimensões de 1,0mx1,0mx1,0m;
- Incentivar a criação de viveiros regionais.

1 ERRADICAÇÃO
DA POBREZA



2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



3 SAÚDE E
BEM-ESTAR



4 EDUCAÇÃO
DE QUALIDADE



6 ÁGUA POTÁVEL
E SANEAMENTO



8 TRABALHO DECENTE
E CRESCIMENTO
ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO
E INFRAESTRUTURA



10 REDUÇÃO DAS
DESIGUALDADES



11 CIDADES E
COMUNIDADES
SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E
PRODUÇÃO
RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A
MUDANÇA GLOBAL
DO CLIMA



14 VIDA NA
ÁGUA



15 VIDA
TERRESTRE





ARBORIZAÇÃO URBANA

Possíveis Desafios

Plantio: Dificuldade de adaptação da espécie e seleção de espécies inadequadas que não se adaptem às características locais.

Terreno: Qualidade do solo e necessidade de correção. A compactação do solo pode prejudicar o crescimento de raízes ou a infiltração da água.

Planejamento:

- Escolha equivocada de espécie afetando o equilíbrio ecológico local;
- Obstrução de vias, acessos e calçadas, dificultando a mobilidade de pedestres e veículos;
- Dificuldade em obter informações prévias sobre instalações subterrâneas, resultando em conflitos com infraestruturas como calçadas, fiações elétricas e galerias subterrâneas, afetando assim o crescimento e a estabilidade da árvore.

Resistência da comunidade: Preocupação com limpeza de folhas, alergias ou obstrução de vistas.

Manutenção inadequada: Poda que influencie o crescimento indesejado da árvore, podas drásticas, pavimentação do canteiro, corte de raízes, irrigação e/ou adubação insuficiente e interferência de ervas daninhas, doenças ou pragas.

Crescimento indesejado: Causada por podas inadequadas, força do vento, sombreamento excessivo, barreiras físicas ou sufocamento das raízes.

Danos e riscos: Causados por veículos devido ao atrito e colisões, vandalismo e queda de galhos.

Etapas de Implementação

1. **Planejamento e escolha da espécie adequada:** Inicialmente, realiza-se a definição do local, seguida pela seleção das espécies com base em critérios pertinentes e características locais (porte, raízes, temperatura da região, umidade, tipo de solo, entre outros). Esse processo é precedido por um estudo de viabilidade (Chave Arborizar em anexo) que considera elementos pré-existentes (como rede elétrica, galerias pluviais, bocas de lobo, edificações, entre outros), e finalmente, é realizada a definição do projeto.
2. **Seleção de mudas:** Obtendo autorização para interdição do tráfego e consentimento do proprietário do lote adjacente à calçada;
3. **Preparo do solo:** A qualidade do solo é avaliada para a realização do plantio, verificando-se as correções necessárias do pH e a oferta de nutrientes. Além disso, remover entulhos e obstruções, e conduzir um teste de drenagem, tudo com 20 dias de antecedência;
4. **Abertura dos berços:** Para árvores de grande porte 1,5 x 1,5m ou 1,5m de diâmetro;
5. **Preparo do berço:** É realizada a construção de uma cama de terra adubada com 20 cm de

Manutenção e Gestão

São necessários cuidados contínuos ao longo do tempo para preservar a vitalidade e estabilidade do exemplar arbóreo. Sua manutenção consiste em:

1. Adubação anual para manter a saúde e vitalidade;
2. Garantir a permeabilidade e espaço adequado no entorno do exemplar para seu desenvolvimento saudável;
3. Realizar a limpeza do terreno para remover detritos e evitar obstruções;
4. Evitar podas bruscas e priorizar podas de

altura, complementada, se necessário, com brita no fundo da cova;

6. **Plantio:** O invólucro de proteção ao redor das raízes é removido com cuidado para não danificar o torrão. Em seguida, a base da coroa da muda é nivelada com a superfície e adiciona-se terra enriquecida com substrato;
7. **Adição de tutores:** Um tutor de madeira é enterrado a uma profundidade de aproximadamente 50cm, sem atingir o torrão da planta e os amarrilhos de sisal ou barbante, que são utilizados para fixação em formato de oito deitado;
8. **Proteção:** Utilização de matéria vegetal morta (como folhas secas, palha de arroz ou casca de árvore) para cobrir a área, oferecendo proteção, retenção de umidade e enriquecimento do solo. Se necessário, implementação de proteção física adicional contra danos, garantindo espaço adequado para o crescimento;
9. **Rega abundante.**

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos

manutenção, como o corte de galhos secos, doentes ou quebrados, e aqueles que interfiram no fluxo;

5. Executar podas de formação enquanto a árvore é jovem, removendo ramos inferiores sem desconfigurar a copa original da espécie;
6. Prever uma quantidade adicional de mudas de 2 a 5% do total plantado para mitigar perdas iniciais durante o período de adaptação (ação pontual na implementação);
7. Implementar medidas de gestão para controlar possíveis pragas e doenças.





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Arborização Urbana

1. Erradicação da pobreza



1.4 Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo microfinanças

1.5 Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais

2. Fome zero/agricultura sustentável



2.4 Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo

3. Saúde e bem estar



3.4 Até 2030, reduzir em um terço a mortalidade prematura por doenças não transmissíveis via prevenção e tratamento, e promover a saúde mental e o bem-estar

3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo

3.d Reforçar a capacidade de todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, para o alerta precoce, redução de riscos e gerenciamento de riscos nacionais e globais de saúde

4. Educação de qualidade



4.7 Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável

6. Água potável e saneamento



6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Arborização Urbana

10. Redução das desigualdades



10.2 Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.1 Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas

11.7 Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

12. Consumo e produção responsáveis



12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água



14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

15. Vida terrestre

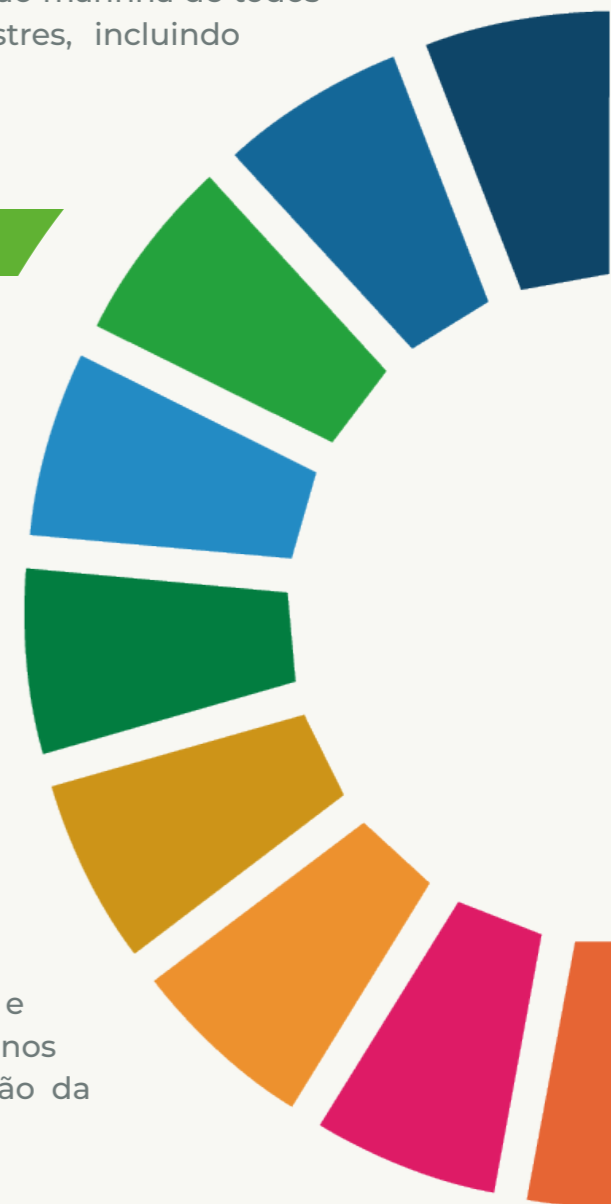


15.1 Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais

15.3 Até 2030, combater a desertificação, restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo

15.5 Tomar medidas urgentes e significativas para reduzir a degradação de habitat naturais, deter a perda de biodiversidade e, até 2020, proteger e evitar a extinção de espécies ameaçadas

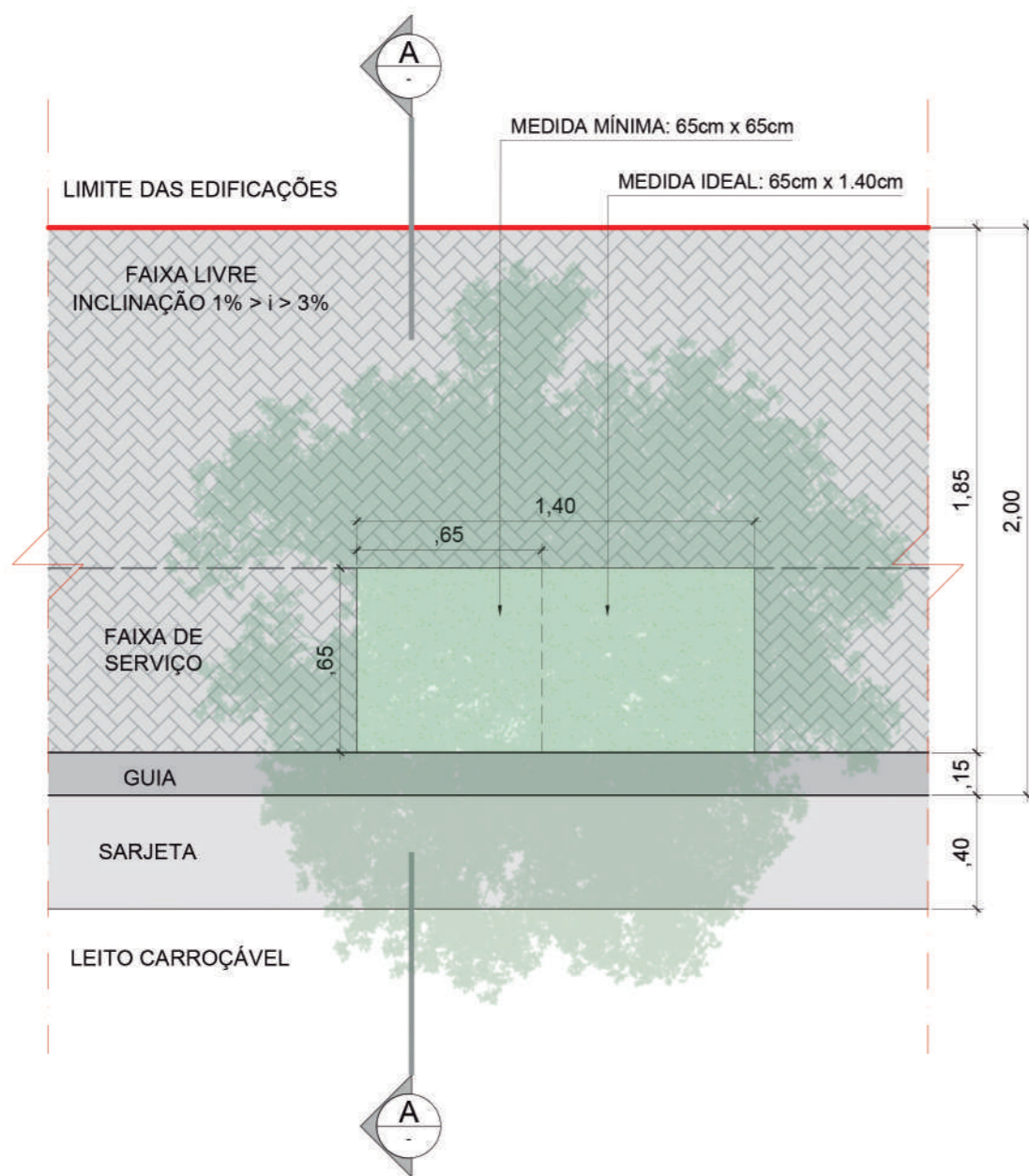
15.9 Até 2020, integrar os valores dos ecossistemas e da biodiversidade ao planejamento nacional e local, nos processos de desenvolvimento, nas estratégias de redução da pobreza e nos sistemas de contas





Nota:

Os desenhos técnicos levam em consideração a limitação do plantio em canteiros arborizados. Para espaços livres, como praças e parques, as especificações para abertura da cova permanecem as mesmas.



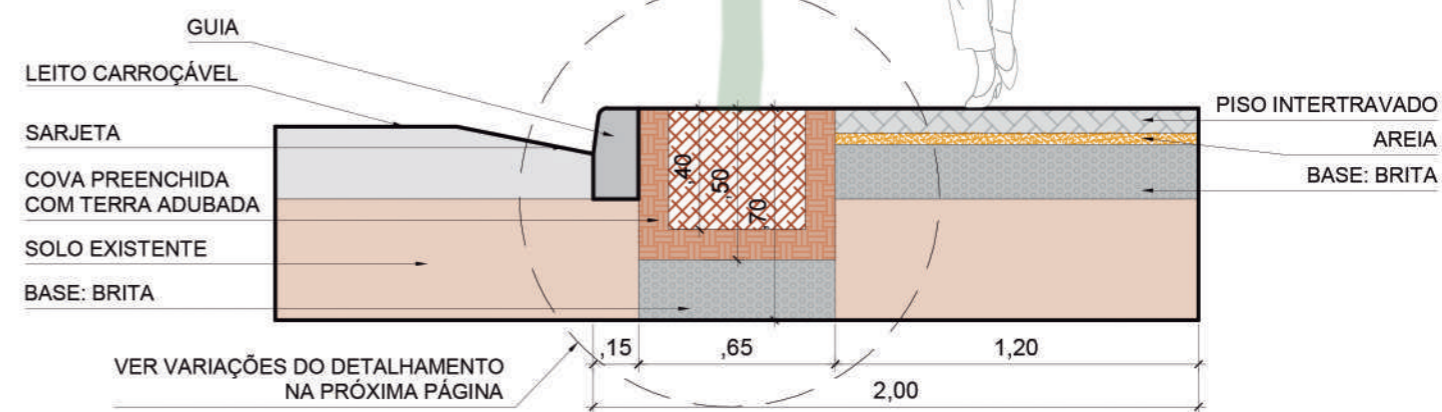
DETALHAMENTO ARBORIZAÇÃO

ELEVAÇÃO SUPERIOR

1:25



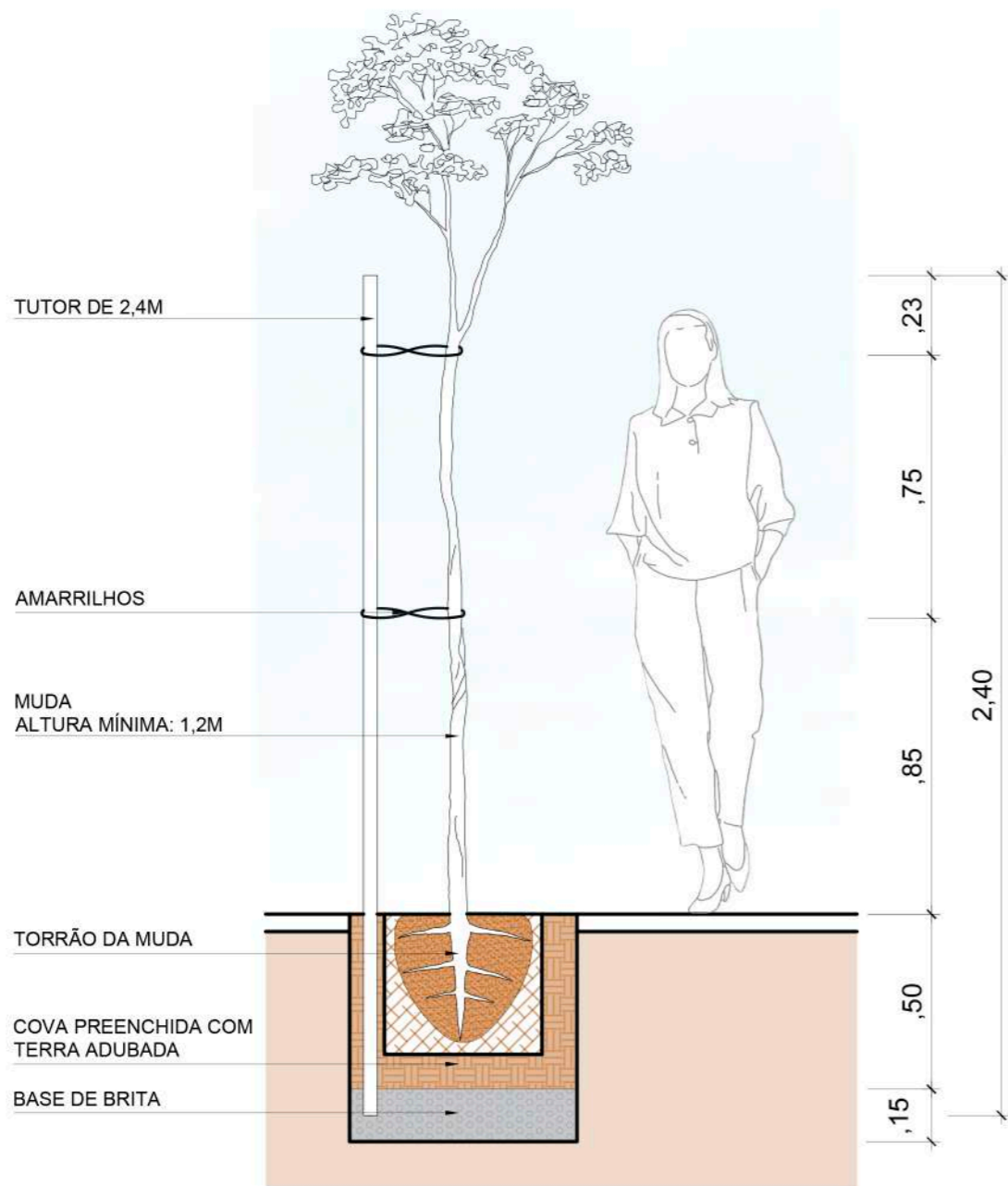
Nota: Árvore de pequeno porte - DAP máx. 0,5m



DETALHAMENTO ARBORIZAÇÃO

CORTE AA

1:25

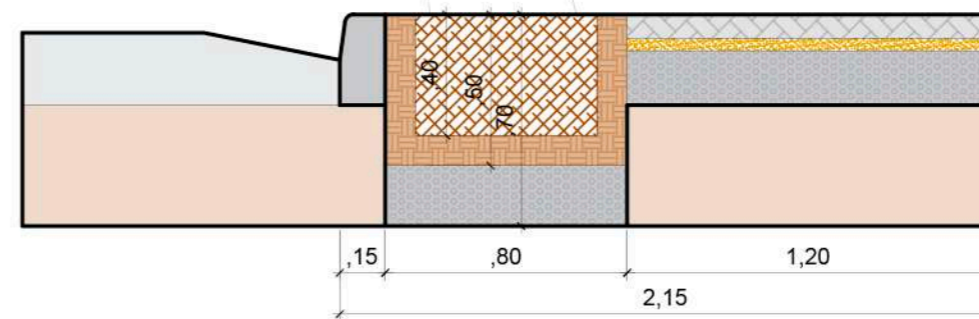


ARBORIZAÇÃO

DETALHAMENTO PLANTIO

1:20

Nota: Árvore de médio porte -
DAP máx. 0,7m



Nota:

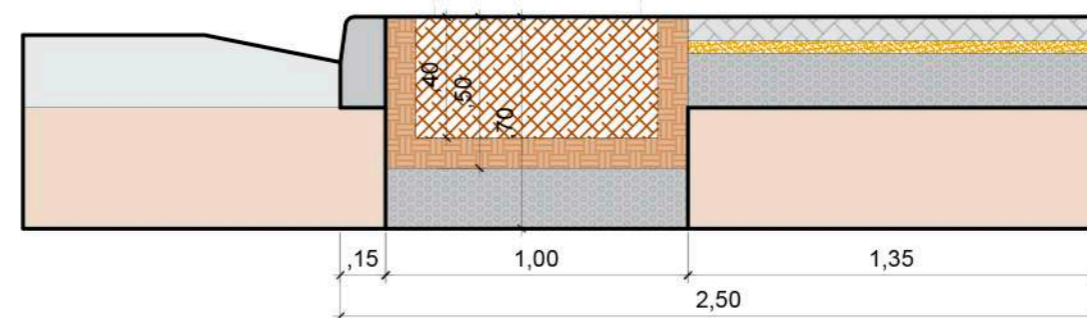
DAP = Diâmetro à altura do peito

DETALHAMENTO ARBORIZAÇÃO - L=2.15M

CORTE AA

1:25

Nota: Árvore de grande porte -
DAP máx. 0,9m

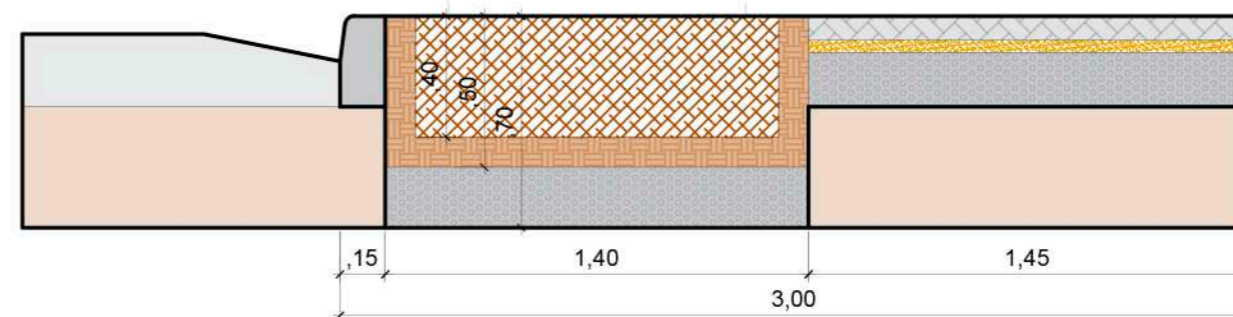


DETALHAMENTO ARBORIZAÇÃO - L=2.5M

CORTE AA

1:25

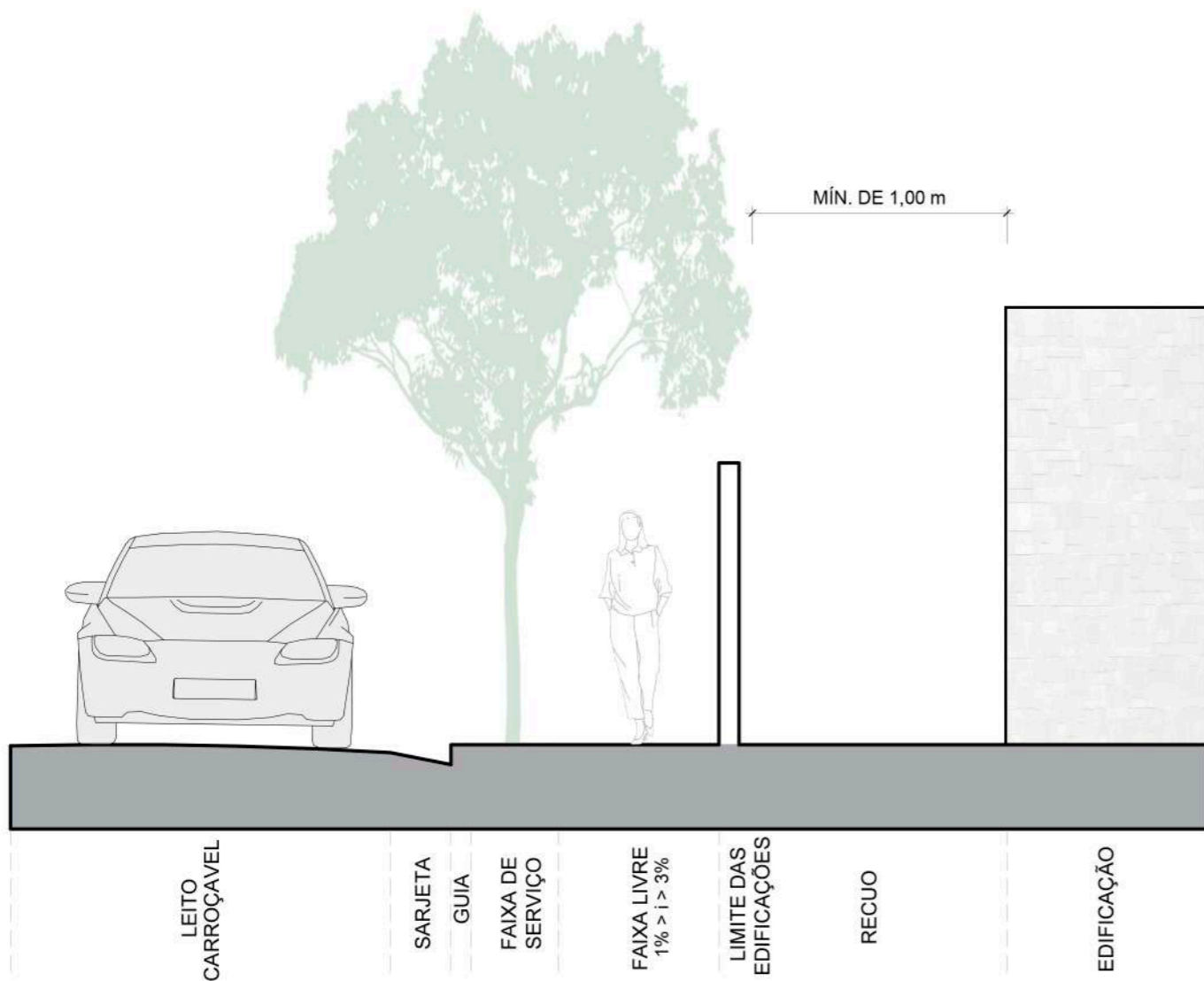
Nota: Árvore de grande porte -
DAP máx. 1,2m



DETALHAMENTO ARBORIZAÇÃO - L=3M

CORTE AA

1:25

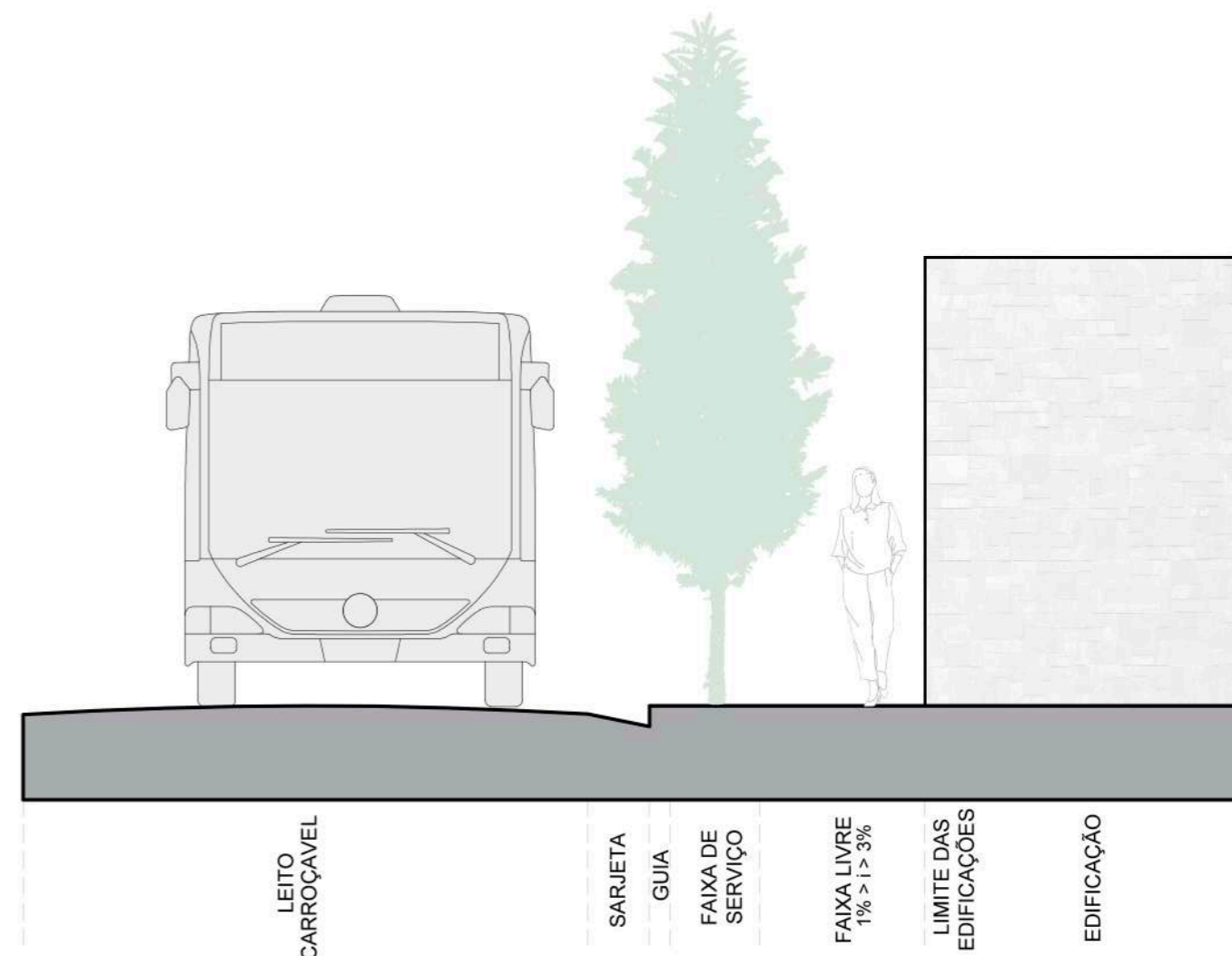


Nota: Os detalhes estão na página anterior

ARBORIZAÇÃO VIÁRIA

ELEVAÇÃO – COM RECULO

1:50



Nota: Os detalhes estão na página anterior

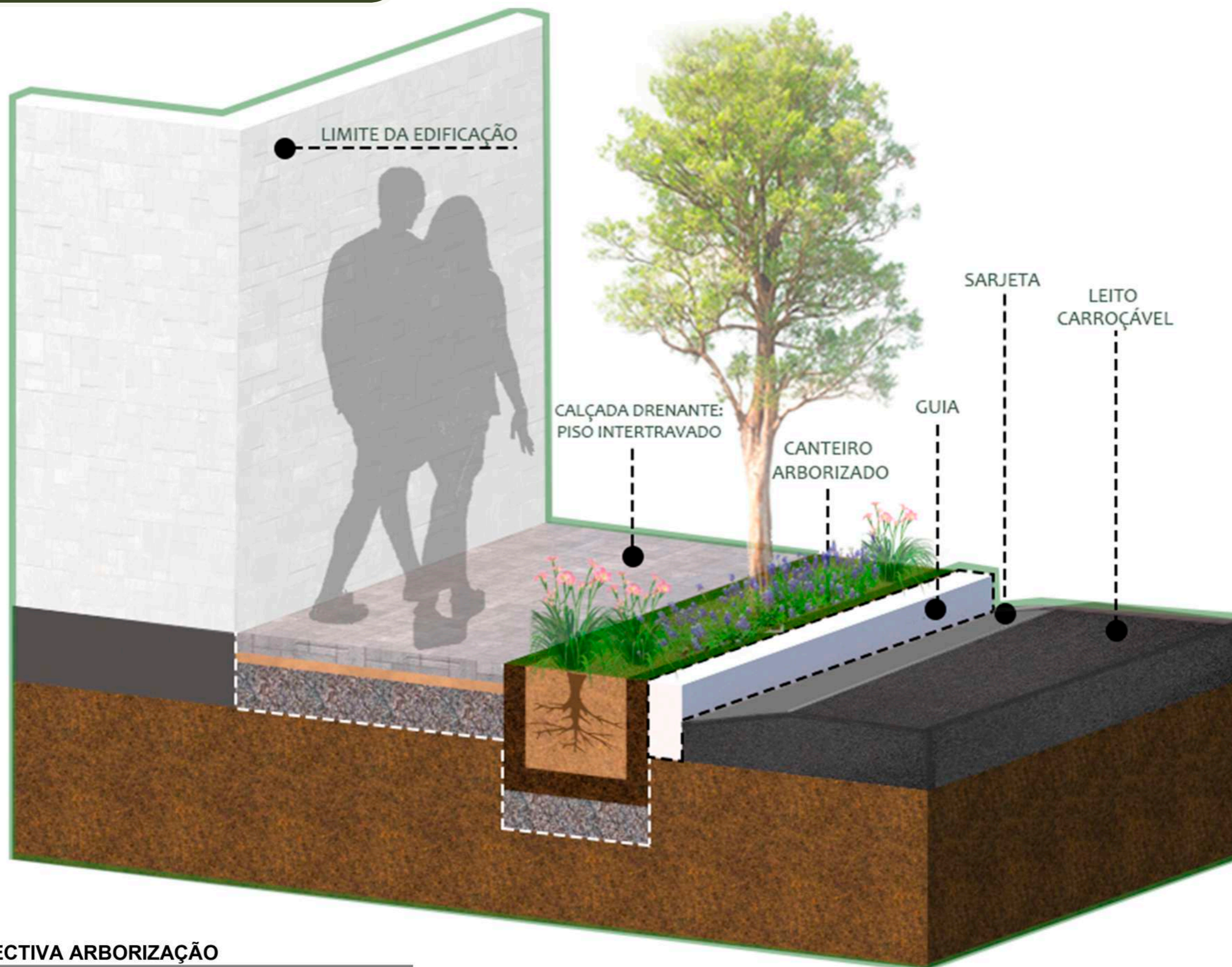
ARBORIZAÇÃO VIÁRIA

ELEVAÇÃO – SEM RECULO

1:50

Nota:

O limite da copa da árvore adulta deve estar afastado no mínimo 1,00 metro do limite da edificação mais próxima.



PERSPECTIVA ARBORIZAÇÃO

SEM ESCALA



CHAVE ARBORIZAR

O que é?

A **Chave Arborizar** é uma ferramenta elaborada com o propósito de guiar o plantio de árvores em ambientes urbanos. Este método, descrito no Manual Técnico de Arborização Urbana da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo - 2015, foi reproduzido de forma gráfica neste caderno.

Método: Com base nas características das infraestruturas urbanas locais, o fluxograma indica os grupos de espécies adequados para o plantio. Considera-se o diâmetro do tronco na fase adulta para evitar obstruções ao fluxo de pedestres, interferências no trânsito local e conflitos com equipamentos e edificações do entorno. Esta transcrição do conteúdo em fluxograma visa facilitar o uso da Chave Arborizar.

Esta transcrição do conteúdo, em Fluxograma, tem por objetivo facilitar o uso da Chave Arborizar. A chave se divide em duas partes:

1. Fluxograma: Desenvolvido com base nas larguras das calçadas, leva em conta as especificidades da infraestrutura urbana e, ao final, indica os grupos de espécies adequadas para o plantio.

2. Tabela de Espécies: Uma lista de espécies disponíveis para consulta, organizada em grupos com características biológicas semelhantes, para auxiliar na escolha das opções mais adequadas para o local analisado.

Esses dois instrumentos são usados de forma complementar, permitindo a escolha da espécie mais adequada, e devem levar em consideração tanto o aspecto paisagístico do entorno quanto a diversidade biológica para a seleção do melhor exemplar.

Como usar?

Iniciando pela observação do tamanho disponível da calçada, a Chave Arborizar define o plantio adequado para os passeios:

- largura da calçada entre 1,90 e 2,09m;
- largura da calçada entre 2,10m e 2,39;
- largura da calçada entre 2,40 e 2,79m;
- largura da calçada superior a 2,80m.

É crucial destacar que o plantio de árvores nas calçadas deve ser realizado apenas em passeios com uma largura mínima de 1,90m. Segue abaixo o conjunto de etapas para dar início ao processo de seleção:

- **Etapa 1:** É necessário identificar qual fluxograma é apropriado para aquele espaço público, levando em consideração a largura da calçada;
- **Etapa 2:** Em seguida, a atenção volta-se para a rede elétrica. Caso esteja presente e seja aérea, é essencial observar o tipo: convencional, compacta isolada ou compacta não isolada. Caso a rede elétrica impossibilite o plantio de árvores, analisar a possibilidade de plantio na calçada do lado oposto.
- **Etapa 3:** Analisar o imóvel adjacente ao local de plantio, verificando se há ou não recuo da edificação em relação ao limite do lote.
- **Etapa 4:** Por fim, realiza-se a análise com base na distância do local de plantio em relação aos equipamentos de infraestrutura urbana instalados no entorno, conforme descrito na tabela ao lado.

O fluxograma indica um ou mais grupos de espécies que se adaptam biologicamente às condições do local definido no início da pesquisa.

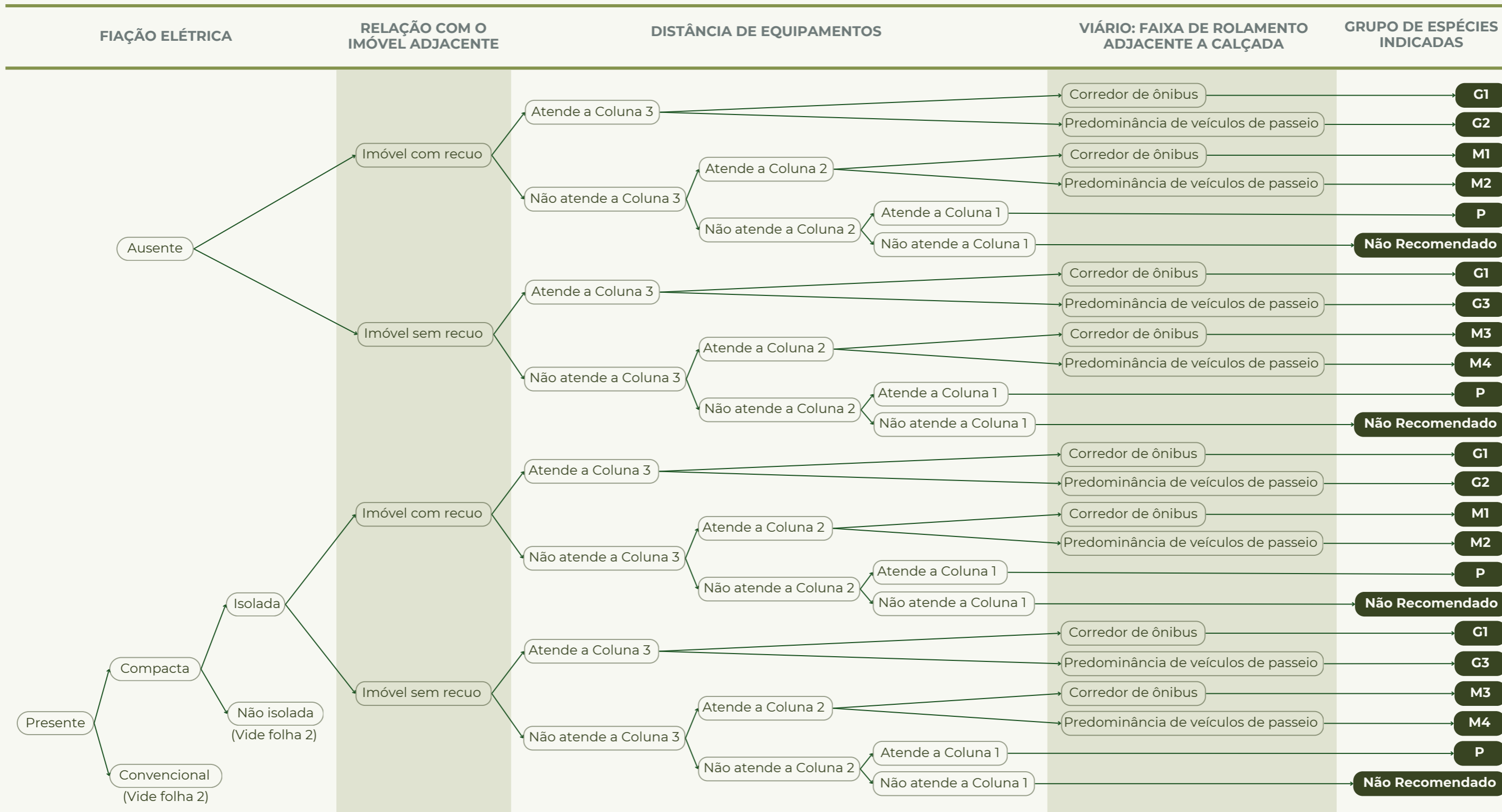
Distância mínima em relação à:	Porte da árvore		
	Pequeno Coluna 1	Médio Coluna 2	Grande Coluna 3
Esquina (referenciada ao ponto de encontro dos alinhamentos dos lotes da quadra em que se situa)	5,0	5,0	5,0
Postes	2,0	3,0	3,0
Placas de sinalização	Não obstruir a visão da placa		
Equipamentos de segurança (hidrantes)	1,0	2,0	3,0
Instalações subterrâneas (gás, água, energia telecomunicações, esgoto, tubulações de águas pluviais)	1,0	2,0	2,0
Mobiliário urbano (bancas, cabines, guaritas, telefones)	2,0	2,0	3,0
Galerias	1,0	1,0	1,0
Caixas de Inspeção (bocas de lobo, bocas de leão, poços de visita, bueiros, caixas de passagem)	2,0	2,0	2,0
Guia rebaixada, gárgula, borda de faixas de pedestres, acesso de pedestre à edificação	1,0	1,0	2,0
Transformadores	3,0	4,0	5,0
Espécies arbóreas	5,0	8,0	12,0

Com o código obtido no final do fluxograma, deve-se buscar o conjunto das árvores na Tabela de Espécies.



CHAVE ARBORIZAR – CALÇADAS COM LARGURA ENTRE 1,90 E 2,09 METROS

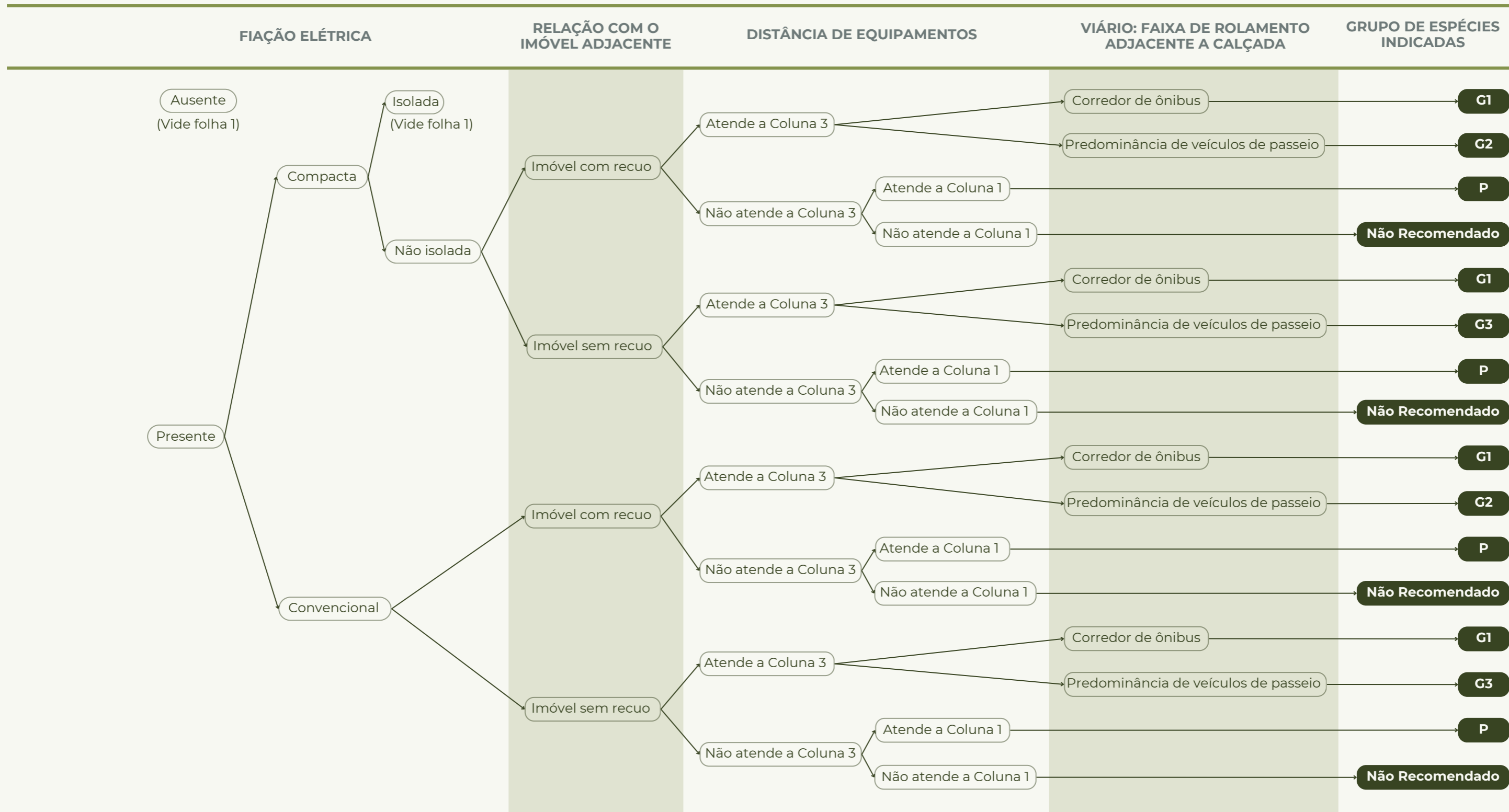
Folha 1/2





CHAVE ARBORIZAR – CALÇADAS COM LARGURA ENTRE 1,90 E 2,09 METROS

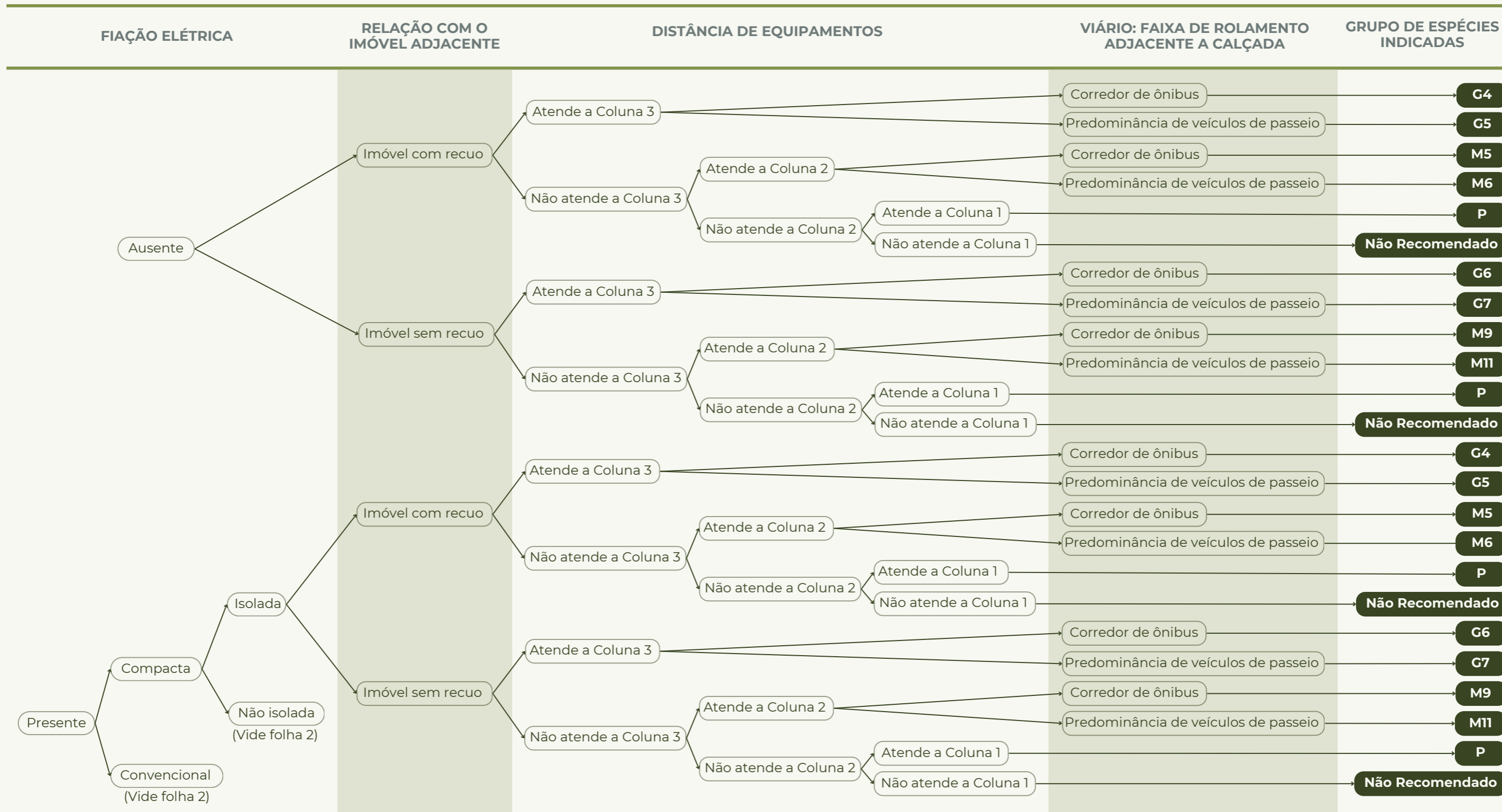
Folha 2/2





CHAVE ARBORIZAR – CALÇADAS COM LARGURA ENTRE 2,10 E 2,39 METROS

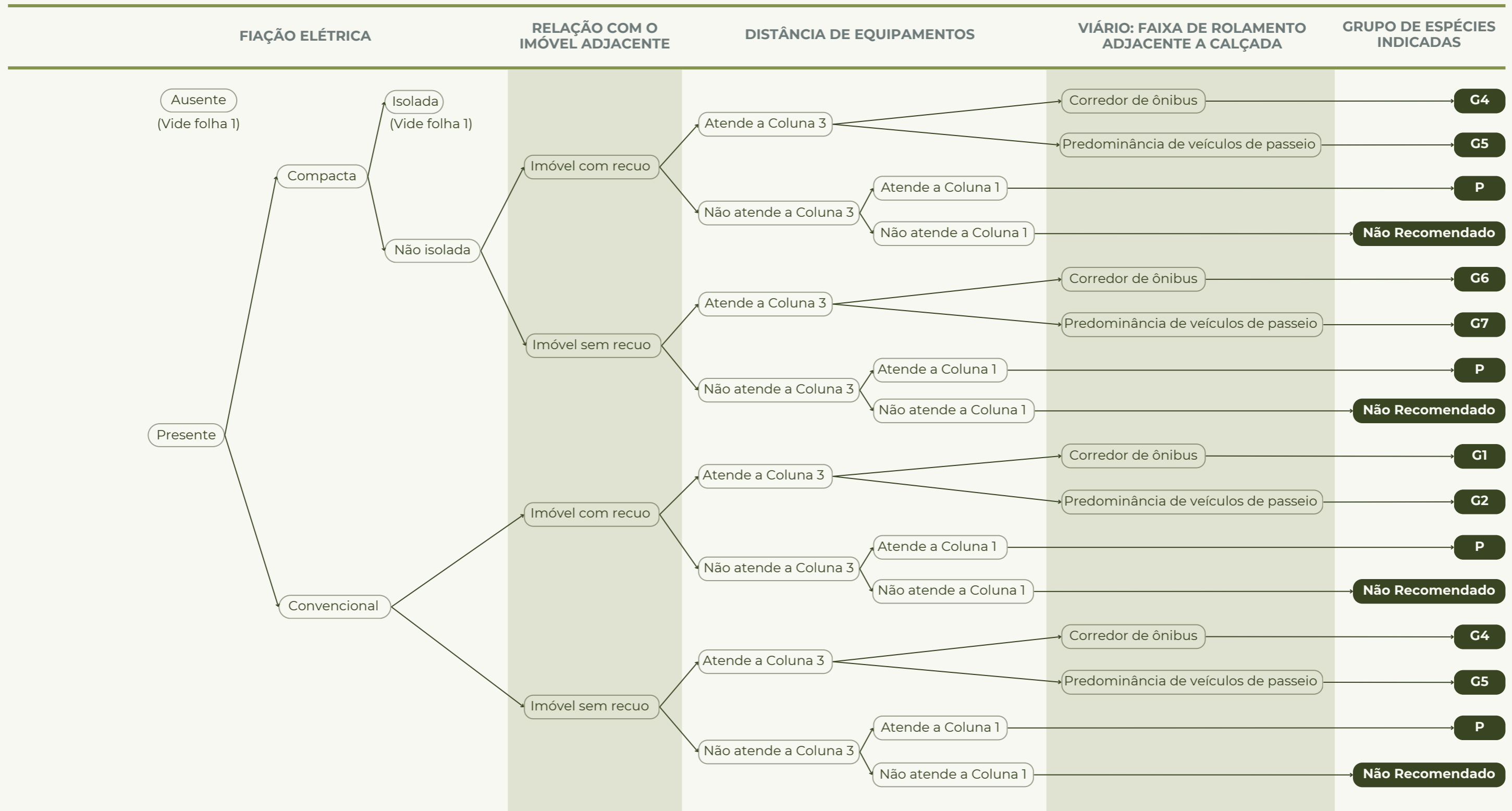
Folha 1/2





CHAVE ARBORIZAR – CALÇADAS COM LARGURA ENTRE 2,10 E 2,39 METROS

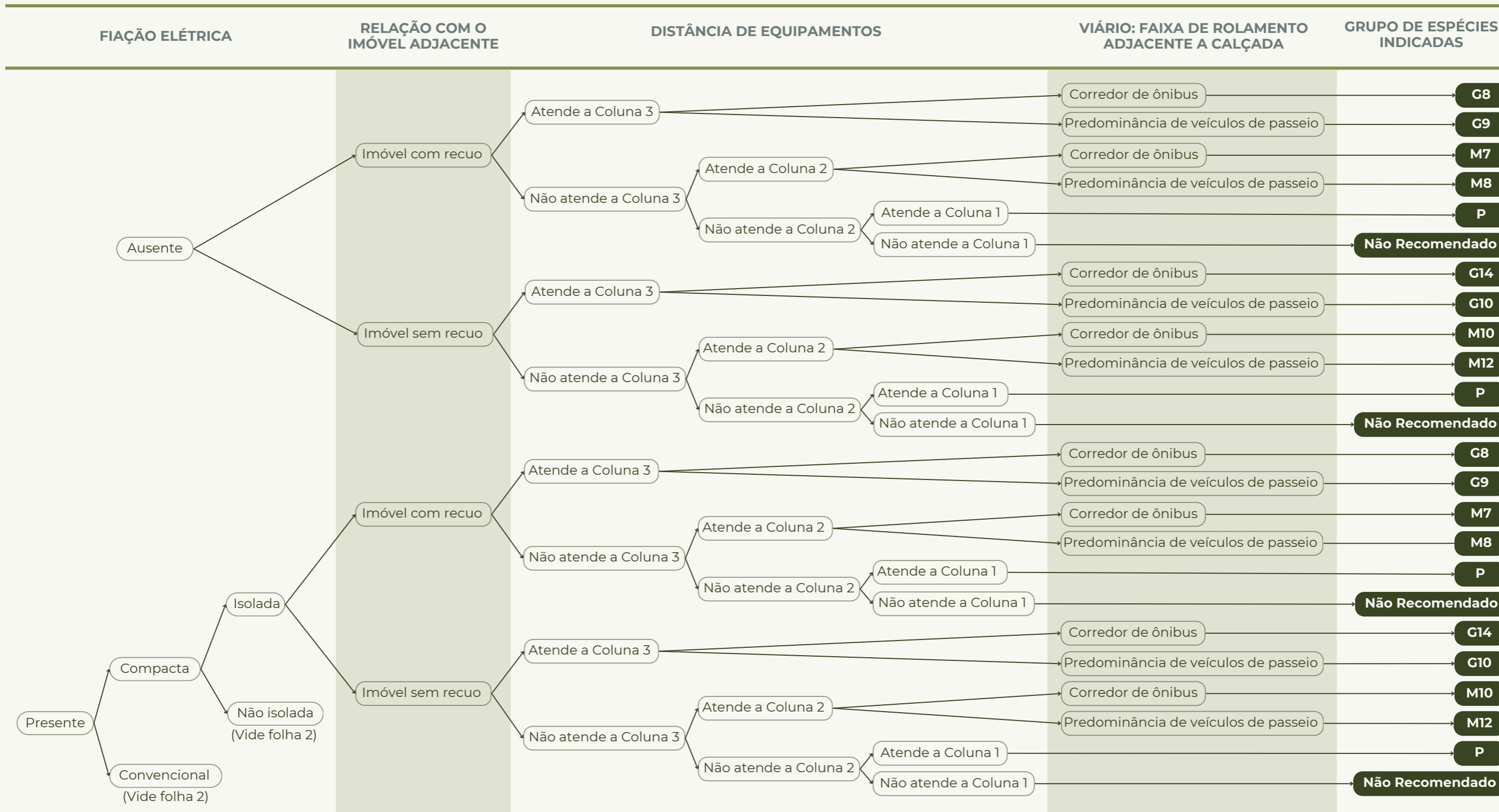
Folha 2/2





CHAVE ARBORIZAR – CALÇADAS COM LARGURA ENTRE 2,40 E 2,79 METROS

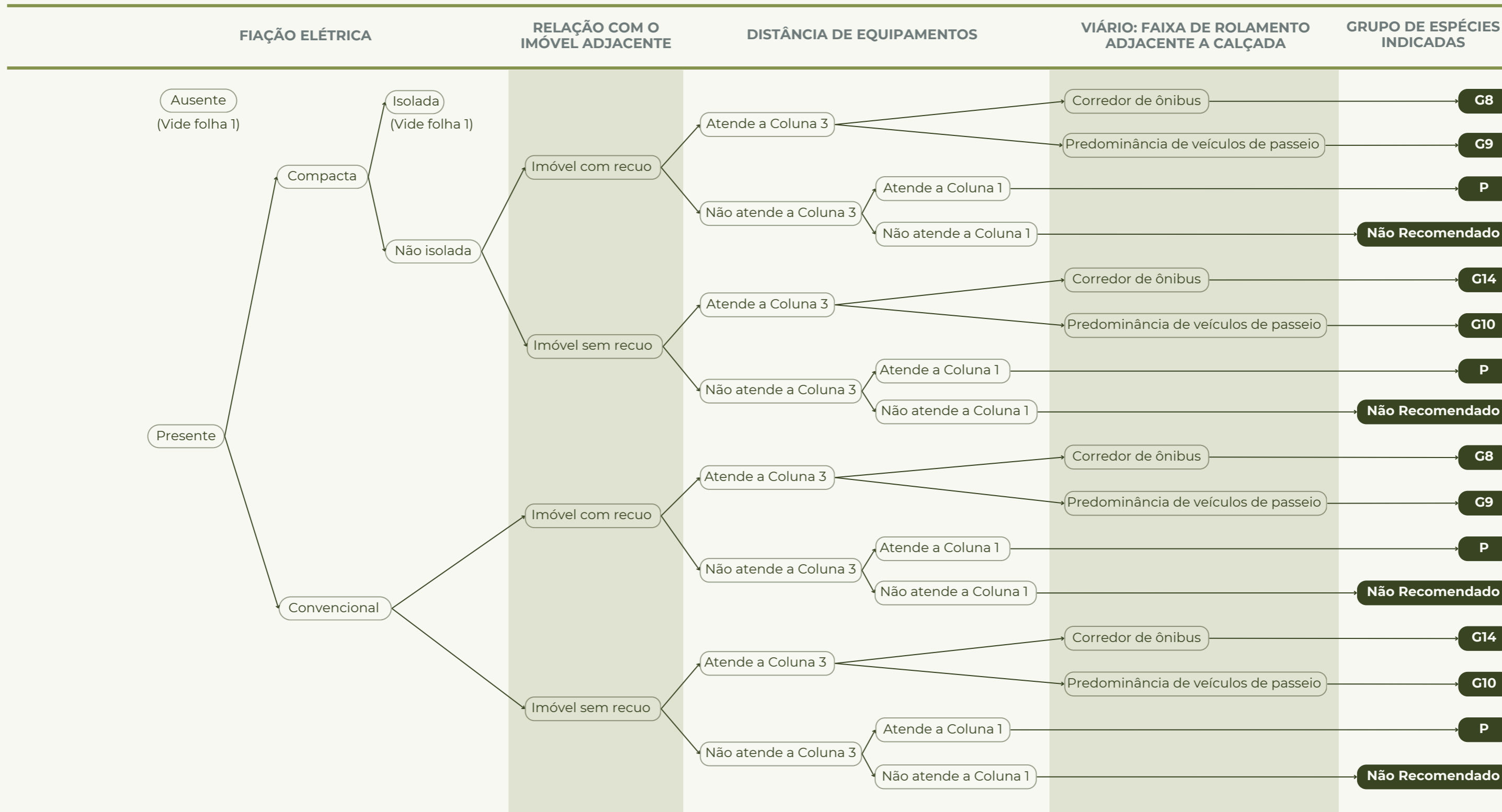
Folha 1/2





CHAVE ARBORIZAR – CALÇADAS COM LARGURA ENTRE 2,40 E 2,79 METROS

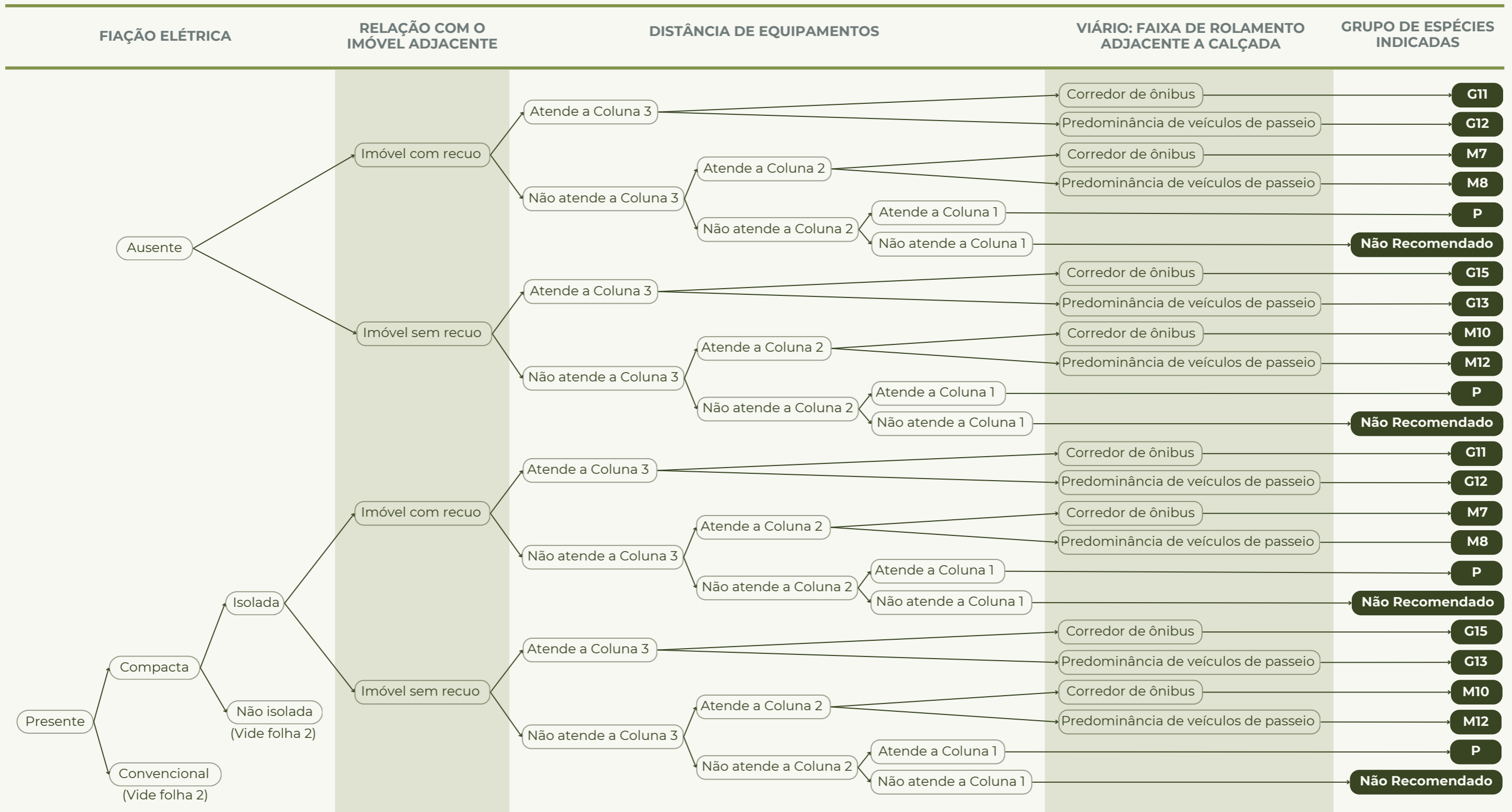
Folha 2/2





CHAVE ARBORIZAR – CALÇADAS COM LARGURA MAIOR QUE 2,80 METROS

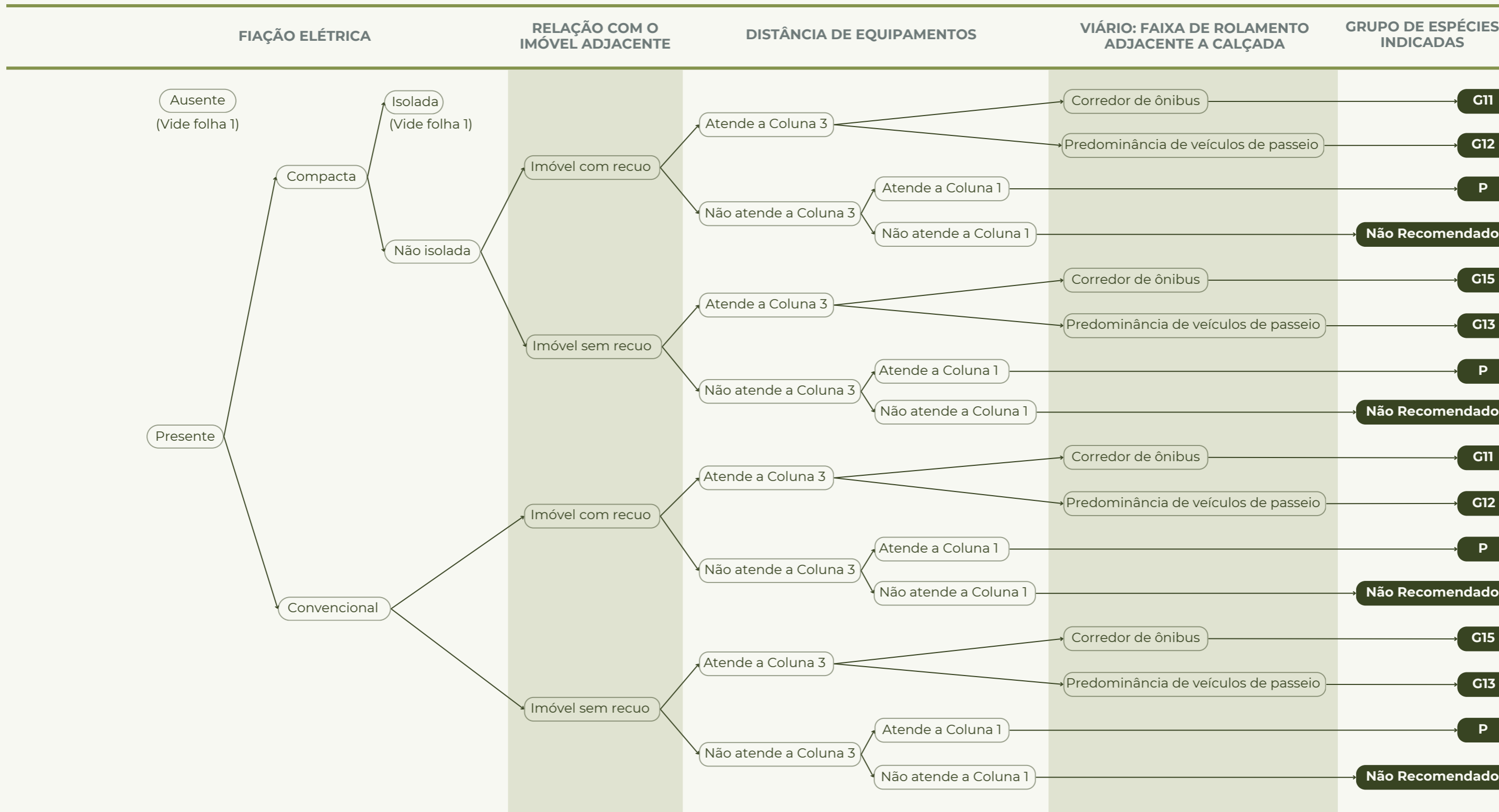
Folha 1/2





CHAVE ARBORIZAR – CALÇADAS COM LARGURA MAIOR QUE 2,80 METROS

Folha 2/2





CHAVE ARBORIZAR

Porte Pequeno

PORTE	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR
P	<i>Aspidosperma riedelii</i>	Guatambuzinho
P	<i>Bauhinia longifolia</i>	Unha-de-vaca
P	<i>Casearia sylvestris</i>	Guaçatonga
P	<i>Erythroxylum deciduum</i>	Cocão
P	<i>Eugenia dysenterica</i>	Cagaita
P	<i>Eugenia involucrata</i>	Cereja do Rio Grande
P	<i>Jacaranda puberula</i>	Carobinha

PORTE	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR
P	<i>Myrcia rostrata</i>	Guamirim da folha fina
P	<i>Psidium cattleianum</i>	Araçá
P	<i>Bauhinia blakeana</i>	Pata de vaca
P	<i>Bauhinia purpurea</i>	Pata de vaca
P	<i>Dictyoloma vandellianum</i>	Tingui-preto
P	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> var. <i>paulensis</i>	Ipê-rosa-anão
P	<i>Lagerstroemia indica</i>	Resedá

Porte Médio

PORTE	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
M	<i>Handroanthus ochraceus</i>	Ipê do cerrado		X				X		X			X	X
M	<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	Caroba		X				X		X				
M	<i>Luehea candicans</i>	Açoita-cavalo	X		X	X	X		X		X	X	X	X
M	<i>Luehea grandiflora</i>	Açoita-cavalo		X		X		X		X				
M	<i>Physocalymma scaberrimum</i>	Pau de rosas	X		X		X		X		X	X	X	X
M	<i>Pimenta dioica</i>	Pimenta da Jamaica	X		X	X	X		X		X	X	X	X
M	<i>Platypodium elegans</i>	Amendoim do campo		X				X		X				
M	<i>Plinia edulis</i>	Cambucá	X				X		X					
M	<i>Pouteria torta</i>	Abiu		X		X		X		X			X	X
M	<i>Pterodon emarginatus</i>	Sucupira	X		X	X	X		X		X	X	X	X
M	<i>Swartzia langsdorffii</i>	Pacova-de-macaco					X		X		X	X		X
M	<i>Vitex polygama</i>	Tarumã		X				X		X				
M	<i>Vochysia tucanorum</i>	Pau-de-tucano		X				X		X				



CHAVE ARBORIZAR

Porte Médio

PORTE	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
M	Bauhinia variegata	Pata de vaca		X				X		X				
M	Cassia leptophylla	Falso Barbatimão		X				X		X				
M	Cordia superba	Babosa Branca	X		X	X	X		X		X	X	X	X
M	Handroanthus chrysotrichus	Ipê-amarelo	X		X	X	X		X		X	X	X	X
M	Koelreuteria bipinnata	Árvore da China		X		X		X		X			X	X
M	Lagerstroemia speciosa	Resedá flor de rainha		X				X		X				
M	Licania tomentosa	Oiti						X		X				
M	Michelia champaca	Michelia champaca	X		X	X	X		X		X	X	X	X
M	Pachira aquatica	Monguba								X				
M	Pterocarpus violaceus	Aldrago		X		X		X		X			X	X
M	Sapindus saponaria	Sabão-de-soldado		X				X		X				
M	Tabebuia roseo-alba	Ipê-branco	X				X		X					
M	Tibouchina granulosa	Quaresmeira		X				X		X				
M	Allophilus edulis	Chal-chal		X				X		X				
M	Andira anthelmia	Angelim-amargoso		X				X		X				
M	Andira fraxinifolia	Angelim-doce		X				X		X				
M	Aspidosperma cylindrocarpon	Peroba-poca					X		X		X	X		X
M	Aspidosperma parvifolium	Guatambu-oliva					X		X		X	X		X
M	Astronium fraxinifolium	Aroeira-vermelha							X			X		X
M	Bowdichia virgilioides	Sucupira preta		X				X		X				
M	Cybistax antisyphilitica	Ipê-verde		X				X		X				
M	Eugenia pyriformis	Uvaia		X				X		X				
M	Eugenia uniflora	Pitanga		X				X		X				



CHAVE ARBORIZAR

Porte Grande

PORTE	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
G	<i>Machaerium stipitatum</i>	Sapuva		X			X				X			X			
G	<i>Machaerium villosum</i>	Jacarandá-paulista										X		X	X		
G	<i>Myrcianthes pungens</i>	Guabiju					X				X			X			
G	<i>Myrocarpus frondosus</i>	Óleo-pardo												X			
G	<i>Myroxylum peruiferum</i>	Cabreúva										X		X	X		
G	<i>Nectandra oppositifolia</i>	Canela-ferrugem					X				X			X			
G	<i>Ocotea odorifera</i>	Canela-Sassafrás					X				X			X			
G	<i>Ormosia arbórea</i>	Olho-de-cabra					X				X			X			
G	<i>Poecilanthe parviflora</i>	Coração de negro					X				X			X			
G	<i>Samanea tubulosa</i>	Sete-casca					X		X		X	X		X	X		
G	<i>Tachigali denudata</i>	Tapassuaré										X		X	X		
G	<i>Terminalia kuhlmannii</i>	Araçá-d'água						X	X	X		X	X		X	X	X
G	<i>Vochysia magnifica</i>	Pau-de-tucano												X			
G	<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Ipê-tabaco					X				X			X			
G	<i>Albizia niopoides</i>	Farinha seca					X		X		X	X		X	X		
G	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Peroba-rosa								X		X	X		X	X	X
G	<i>Aspidosperma ramiflorum</i>	Guatambu amarelo								X		X	X		X	X	X
G	<i>Astronium graveolens</i>	Guaritá					X				X			X			
G	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Pau-marfim												X			
G	<i>Cabralea canjerana</i>	Canjarana												X	X		
G	<i>Calophyllum brasiliensis</i>	Guanandi					X				X			X			
G	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Pau-mulato	X		X			X	X	X		X	X	X	X	X	X
G	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Guabiroba	X		X			X	X	X		X	X		X	X	X



CHAVE ARBORIZAR

Porte Grande

PORTE	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
G	<i>Cariniana estrellensis</i>	Jequitibá-branco												X			
G	<i>Cariniana legalis</i>	Jequitibá-rosa											X		X		X
G	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro										X		X	X		
G	<i>Citharexylum myrianthum</i>	Pau-viola					X				X			X			
G	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Óleo de Copaíba												X			
G	<i>Cordia americana</i>	Guajuvira					X				X			X			
G	<i>Cupania vernalis</i>	Camboatã					X				X			X			
G	<i>Dalbergia nigra</i>	Jacarandá da Bahia										X		X	X		
G	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	Correieira					X				X			X			
G	<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	Guarantã					X				X			X			
G	<i>Eugenia brasiliensis</i>	Grumixama		X			X				X			X			
G	<i>Fraxinus americana</i>	Freixo												X			
G	<i>Guarea guidonia</i>	Marinheiro					X				X			X			
G	<i>Handroanthus albus</i>	Ipê amarelo da serra				X				X			X				
G	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá												X			
G	<i>Lonchocarpus cultratus</i>	Ingá-bravo		X	X		X		X		X	X		X	X		
G	<i>Lophantera lactescens</i>	Lofântera da Amazonia	X		X			X	X	X		X	X		X	X	X
G	<i>Luehea divaricata</i>	Açoita-cavalo					X				X			X			
G	<i>Caesalpinia ferrea</i>	Pau-ferro										X		X	X		
G	<i>Cordia trichotoma</i>	Louro pardo												X			
G	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Ipê-roxo-7-folhas												X			
G	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Ipê-roxo-de-bola												X			
G	<i>Handroanthus umbellatus</i>	Ipê-amarelo-do-brejo		X			X				X			X			



CHAVE ARBORIZAR

Porte Grande

PORTE	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
G	<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrim-de-campinas												X			
G	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacarandá mimoso		X			X				X			X			
G	<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	Mirindiba				X		X	X	X		X	X		X	X	X
G	<i>Lafoensia pacari</i>	Dedaleiro					X				X			X			
G	<i>Nectandra megapotamica</i>	Canelinha					X				X			X			
G	<i>Peltophorum dubium</i>	Canafístula					X				X			X			
G	<i>Poincianella pluviosa</i> var. <i>peltophoroides</i>	Sibipiruna					X		X		X	X		X	X		
G	<i>Tabebuia vellosi</i>	Ipê-cascudo					X				X			X			
G	<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana												X			



BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOTADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I									
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL	
1 EIXO: ÁREAS VERDES MULTIFUNCIONAIS - TIPOLOGIA: VEGETAÇÃO URBANA - TIPOLOGIA APLICADA: ARBORIZAÇÃO URBANA (EM CALÇADAS)									
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$	-
CDHU	301020	-	Demolição manual de concreto simples	M3	-	-	-	-	
CDHU	510022	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km	M3	-	-	-	-	
OU									
CDHU	440070	-	Retirada manual de paralelepípedo ou lajota de concreto, inclusive limpeza e empilhamento	M2	-	-	-	-	
CDHU	510022	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km	M3	-	-	-	-	
1.2 EXECUÇÃO DO CANTEIRO								R\$	-
CDHU	601020	-	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em campo aberto	M3	-	-	-	-	
CDHU	3401010	-	Terra vegetal orgânica comum	M3	-	-	-	-	
CDHU	3402040	-	Plantio de grama batatais em placas (jardins e canteiros)	M2	-	-	-	-	
1.3 VEGETAÇÃO								R\$	-
CDHU		-	ÁRVORE	#N/D	-	-	-	-	
1 EIXO: ÁREAS VERDES MULTIFUNCIONAIS - TIPOLOGIA: VEGETAÇÃO URBANA - TIPOLOGIA APLICADA: ARBORIZAÇÃO URBANA (EM PRAÇAS)									
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$	-
CDHU	601020	-	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em campo aberto	M3	-	-	-	-	
CDHU	510022	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km	M3	-	-	-	-	
1.2 EXECUÇÃO DO CANTEIRO (PREENCHIMENTO DE VALA)								R\$	-
CDHU	3401010	-	Terra vegetal orgânica comum	M3	-	-	-	-	
CDHU	3402040	-	Plantio de grama batatais em placas (jardins e canteiros)	M2	-	-	-	-	
1.3 VEGETAÇÃO								R\$	-
CDHU		-	ÁRVORE	#N/D	-	-	-	-	
TOTAL s/ BDI								R\$	-
BDI adotado: 25,00%								R\$	-
VALOR TOTAL C/ BDI								R\$	-

Nota:

A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha "Arborização Urbana" deste Caderno de Tipologias.

Os códigos facilitam o preenchimento da planilha na data da aplicação da tipologia, mantendo assim seu custo sempre atualizado.

Eixo - Áreas Verdes Multifuncionais - Vegetação Urbana - Arborização Urbana

Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade

Obs: Vegetação não inclusa, identificar a espécie e adicionar na planilha acima.



EIXO



ÁREAS VERDES MULTIFUNCIONAIS

TIPOLOGIA

VEGETAÇÃO URBANA

APLICAÇÃO

POMAR URBANO





POMAR URBANO

O Programa Pomar Urbano promove o bem-estar das famílias dos Programas Habitacionais da CDHU em todo o Estado de São Paulo. O programa visa uma participação inclusiva e equitativa das famílias, com a habitação como base fundamental.

Por meio da promoção de práticas ambientais sustentáveis nos 'territórios sementes', como o plantio de árvores, a preservação de áreas verdes e a conscientização sobre a poluição e o desmatamento, o programa é um importante agente para o desenvolvimento local sustentável. Ao equilibrar o crescimento urbano com a conservação dos recursos naturais, o Pomar Urbano contribui significativamente para reduzir os impactos ambientais negativos.

Até setembro de 2023, foram concluídos 30 projetos em 30 municípios do estado, beneficiando diretamente 3.894 famílias por meio de 30 empreendimentos de Habitação de Interesse Social (HIS), todos situados em municípios paulistas.

Localização Estratégica

O Programa Pomar Urbano possui potencial para ser implementado em todos os 645 municípios do Estado de São Paulo. Pode ser aplicado em áreas livres públicas, como calçadas, canteiros, praças e parques e demais áreas verdes disponíveis.

Fontes:

Programa Pomar Urbano - CDHU, 2021.



Imagem: Prefeitura de Olímpia

Características Técnicas

O Projeto Pomar Urbano concentra-se na mudança de estilo de vida por meio de estratégias sociais que impulsionam a resiliência climática em comunidades até então apenas nos territórios de atuação da CDHU.

O programa promove o plantio de árvores nas áreas de intervenção urbana, com o propósito de sensibilizar a população para compreender que novas práticas ambientais têm um impacto direto na melhoria da qualidade do ar, na mitigação dos impactos de eventos climáticos extremos, na redução do efeito de ilha de calor urbana e no equilíbrio de umidade e temperatura.

A população beneficiada é impactada com a redução de uma série de doenças cardíacas, pulmonares, psicológicas e relacionadas à poluição e degradação ambiental, além de promover a exposição otimizada à luz solar o que propicia o sono melhorado, a redução do estresse e também maior coesão social, promovidos e estimulados por esses espaços.

Ganhos

- Melhoria do entorno da habitação;
- Promove o bem-estar e a qualidade de vida das famílias beneficiárias;
- Incentivo ao compartilhamento de informações e conteúdos produzidos pelos projetos.

Manutenção e Gestão

As ações de monitoramento são conduzidas de maneira sistemática e documentadas para permitir uma análise detalhada dos resultados, subsidiando processos decisórios eficazes. Nos primeiros 12 meses de cada projeto, o grupo formado na Etapa 1 fará o monitoramento conjunto; após este tempo a responsabilidade é transferida exclusivamente para os municípios.





POMAR URBANO

Possíveis Desafios

Envolvimento da comunidade: Dificuldade inicial de envolvimento das famílias, sendo necessária a elaboração de estratégias eficazes de participação.

Engajamento contínuo na preservação das Áreas de Plantio: Elaboração de estratégias inovadoras para engajamento na preservação do ambiente, como o envio de conteúdos digitais por WhatsApp (Conteudoteca), com o objetivo de manter o interesse e a compreensão das famílias beneficiárias ao longo do tempo, visando assegurar o engajamento constante na preservação da área de plantio.

Complexidade na integração de vários atores: A integração de diversos atores, embora seja uma força, também trouxe desafios à gestão, tornando-se complexo o alinhamento de diferentes expectativas para assegurar uma colaboração efetiva entre a equipe da CDHU, os municípios parceiros e a população. O que demanda a implementação de estratégias de gestão robustas para otimizar a distribuição de responsabilidades.

Adaptação às necessidades locais: Apesar dos esforços de adaptação, surgiram desafios na personalização efetiva das abordagens de acordo com as necessidades locais. Reconhecer e atender à heterogeneidade da população beneficiária demanda uma análise mais aprofundada das características específicas de cada comunidade, buscando garantir a eficácia das ações em diferentes contextos.

Etapas de Implementação

Etapa 1

1. Coordenação entre o Programa Bairro Paulista Cidades Sustentáveis, Diretoria de Atendimento Habitacional e o município visando à formulação de propostas de ação e ao estabelecimento de acordos para colaboração mútua;
2. Levantamento das áreas públicas adequadas ao plantio de mudas de árvores frutíferas nativas;
3. Realização de vistorias técnicas para determinação do local ideal para o plantio, incluindo a elaboração de croquis detalhados;
4. Seleção criteriosa das espécies mais apropriadas para cultivo, levando em consideração aspectos ambientais e de sustentabilidade.

Etapa 2

1. Mobilização das famílias para discussão do programa proposto, com o intuito de levantar seus interesses e estabelecer canais eficazes de comunicação;
2. Realização de discussões abertas e inclusivas com a população e autoridades municipais acerca do programa, visando à obtenção de contribuições diversas e à garantia de representatividade nos processos decisórios;
3. Elaboração do Plano Específico de Plantio de Mudas (PEPM) a partir de pactuações firmadas com a prefeitura municipal, embasadas em vistorias técnicas e no levantamento de interesses da comunidade. Garantia de que o PEPM reflita os anseios e necessidades locais, promovendo assim a participação democrática e a sustentabilidade do projeto;
4. Mobilização das famílias para a assinatura do 'Termo de Adoção de Mudas', promovendo o comprometimento e a responsabilidade na preservação e cuidado das árvores plantadas.

Etapa 3

1. Aquisição ou recebimento de doações de mudas conforme orientações do PEPM, garantindo o armazenamento cuidadoso das mudas e a integridade e qualidade até o momento do plantio;
2. Realização da ação de plantio conforme estabelecido no PEPM, contando com a participação ativa do município, das famílias beneficiadas e das autoridades locais, no dia da entrega das chaves das unidades habitacionais.

Etapa 4

1. Engajamento das Famílias na elaboração do plano de trabalho para educação ambiental, com foco na manutenção e preservação da área de plantio;
2. Implementação e execução do plano de ação desenvolvido em colaboração com as famílias do empreendimento e membros da comunidade local;
3. Elaboração de um relatório detalhado que documenta os resultados alcançados pelo projeto, assim como o nível de envolvimento e participação da população e da administração municipal na iniciativa;
4. Treinamento da comunidade e estabelecimento de parcerias com as prefeituras municipais para garantir o monitoramento contínuo e a preservação da área de plantio após a conclusão das atividades.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas ao Pomar Urbano

1. Erradicação da pobreza



1.4 Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo microfinanças

1.5 Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais

2. Fome zero/agricultura sustentável



2.4 Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo

3. Saúde e bem estar



3.4 Até 2030, reduzir em um terço a mortalidade prematura por doenças não transmissíveis via prevenção e tratamento, e promover a saúde mental e o bem-estar

3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo

3.d Reforçar a capacidade de todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, para o alerta precoce, redução de riscos e gerenciamento de riscos nacionais e globais de saúde

4. Educação de qualidade



4.7 Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável

6. Água potável e saneamento



6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas ao Pomar Urbano

10. Redução das desigualdades



10.2 Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.1 Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas

11.7 Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

12. Consumo e produção responsáveis



12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água



14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

15. Vida terrestre

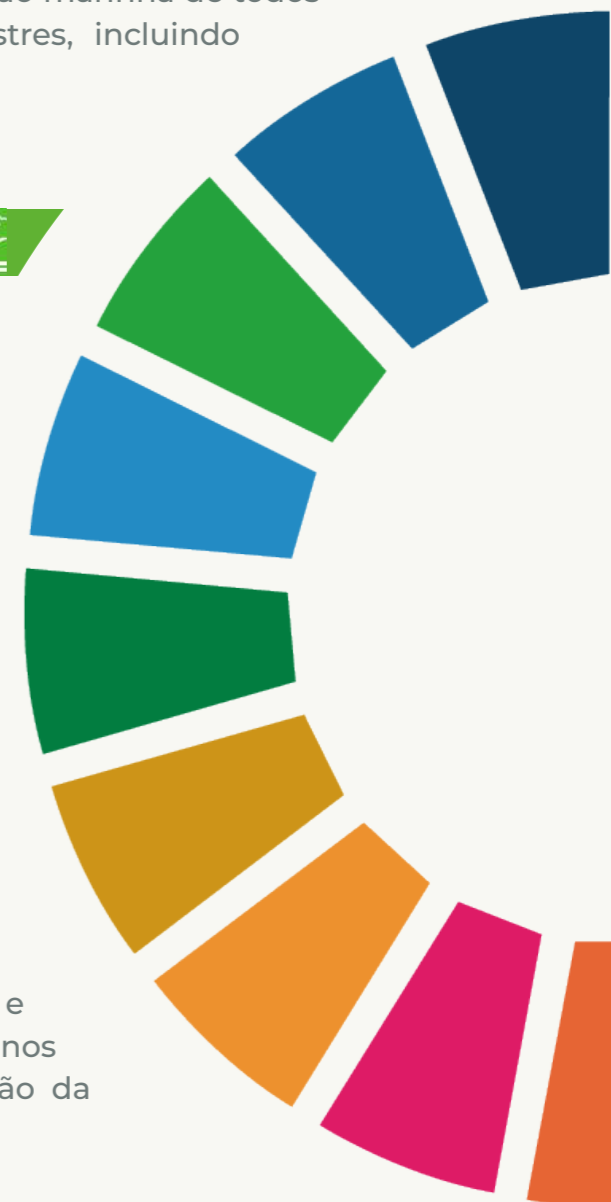


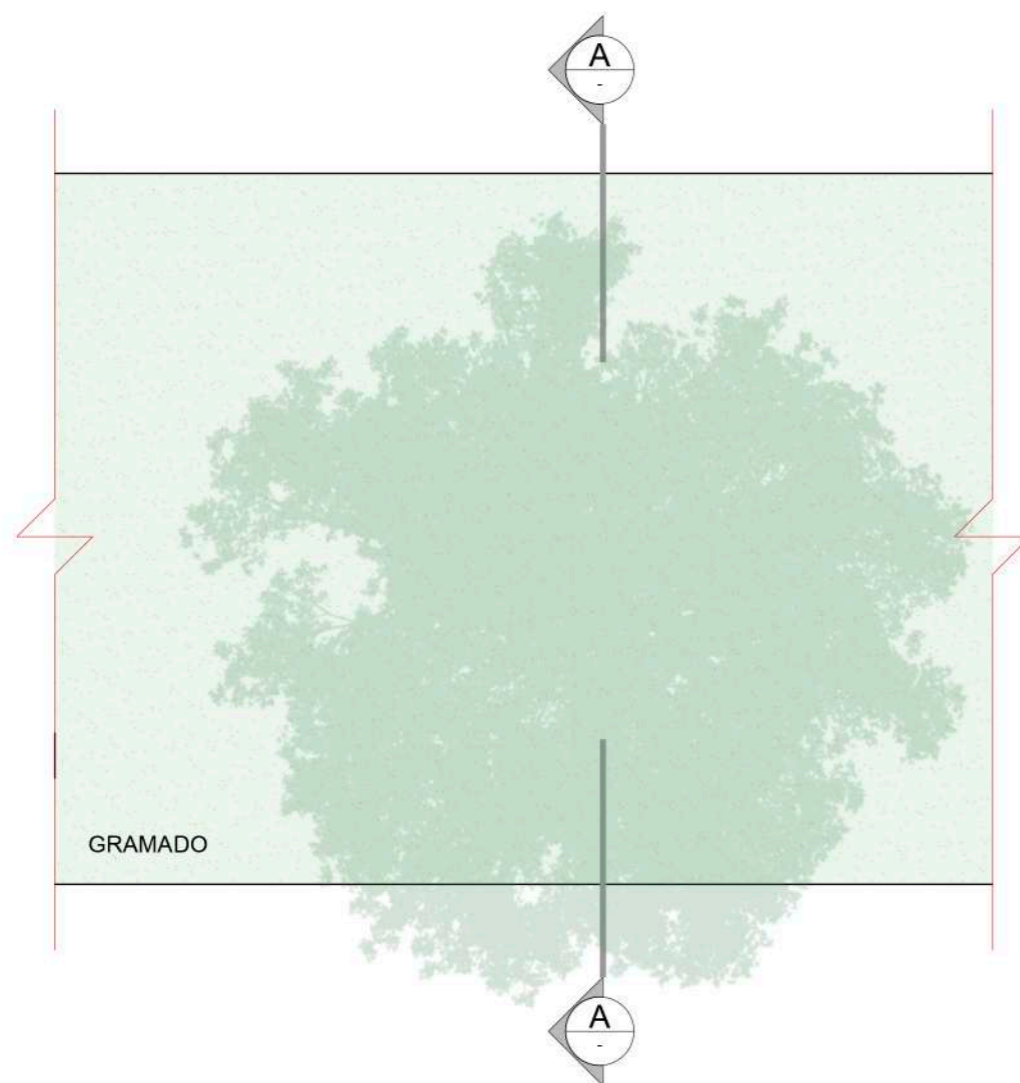
15.1 Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais

15.3 Até 2030, combater a desertificação, restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo

15.5 Tomar medidas urgentes e significativas para reduzir a degradação de habitat naturais, deter a perda de biodiversidade e, até 2020, proteger e evitar a extinção de espécies ameaçadas

15.9 Até 2020, integrar os valores dos ecossistemas e da biodiversidade ao planejamento nacional e local, nos processos de desenvolvimento, nas estratégias de redução da pobreza e nos sistemas de contas

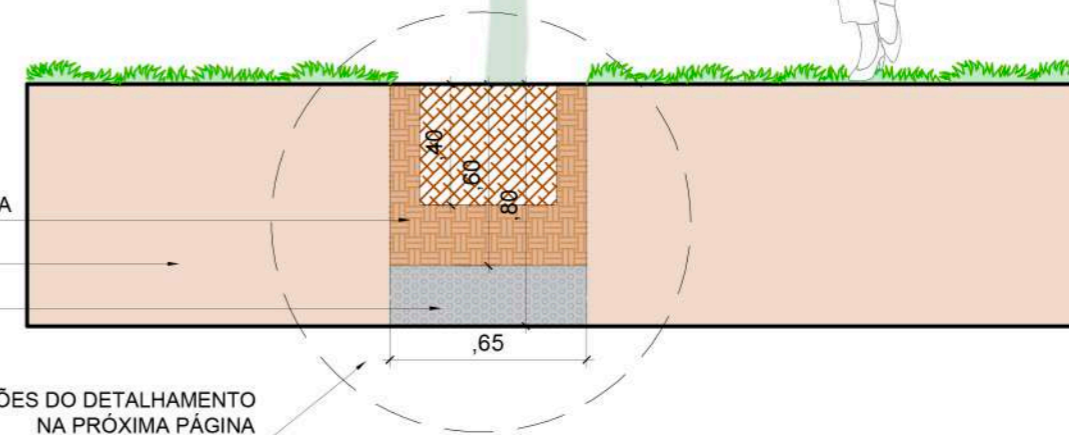
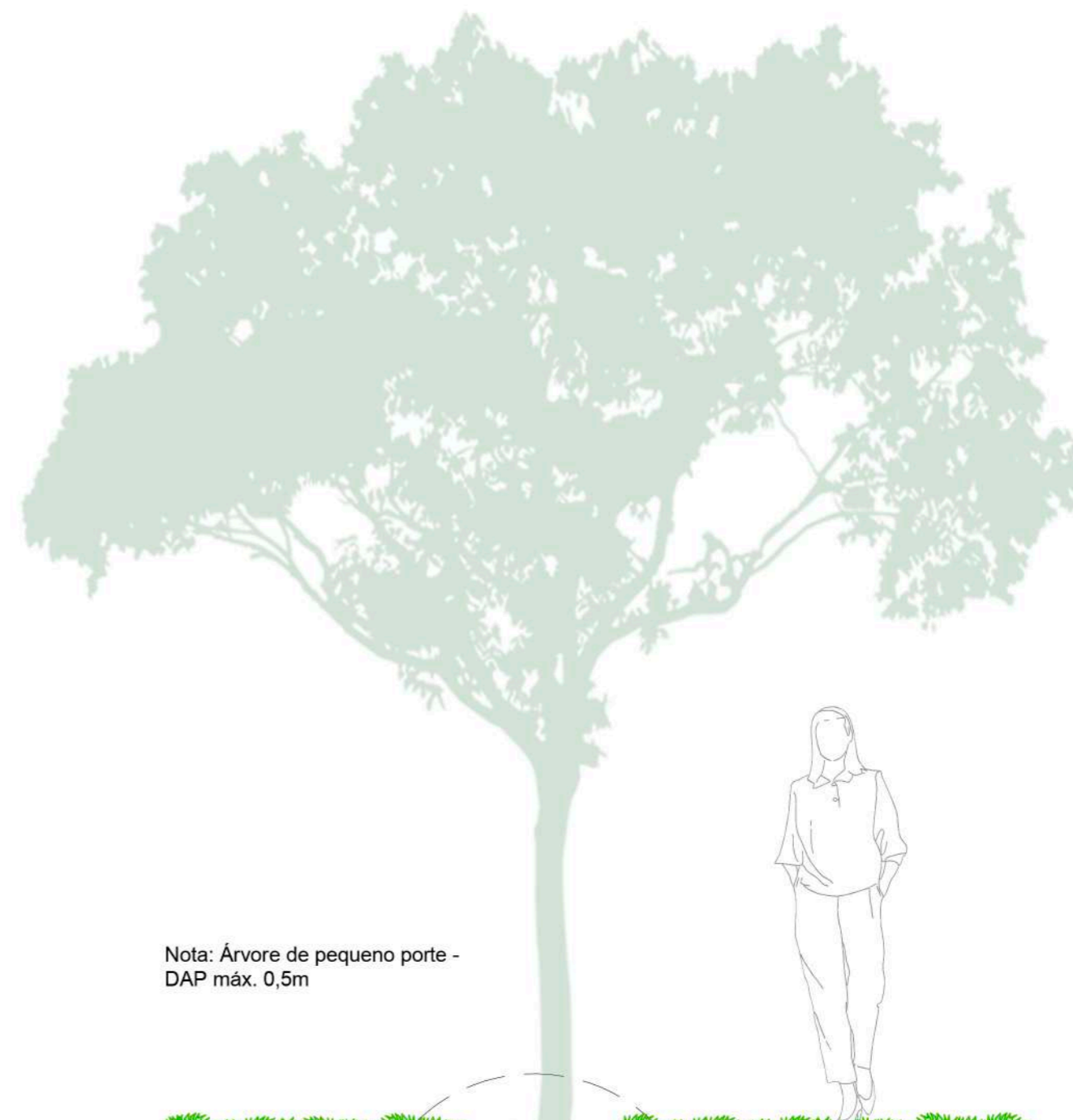




DETALHAMENTO ARBORIZAÇÃO

ELEVAÇÃO SUPERIOR

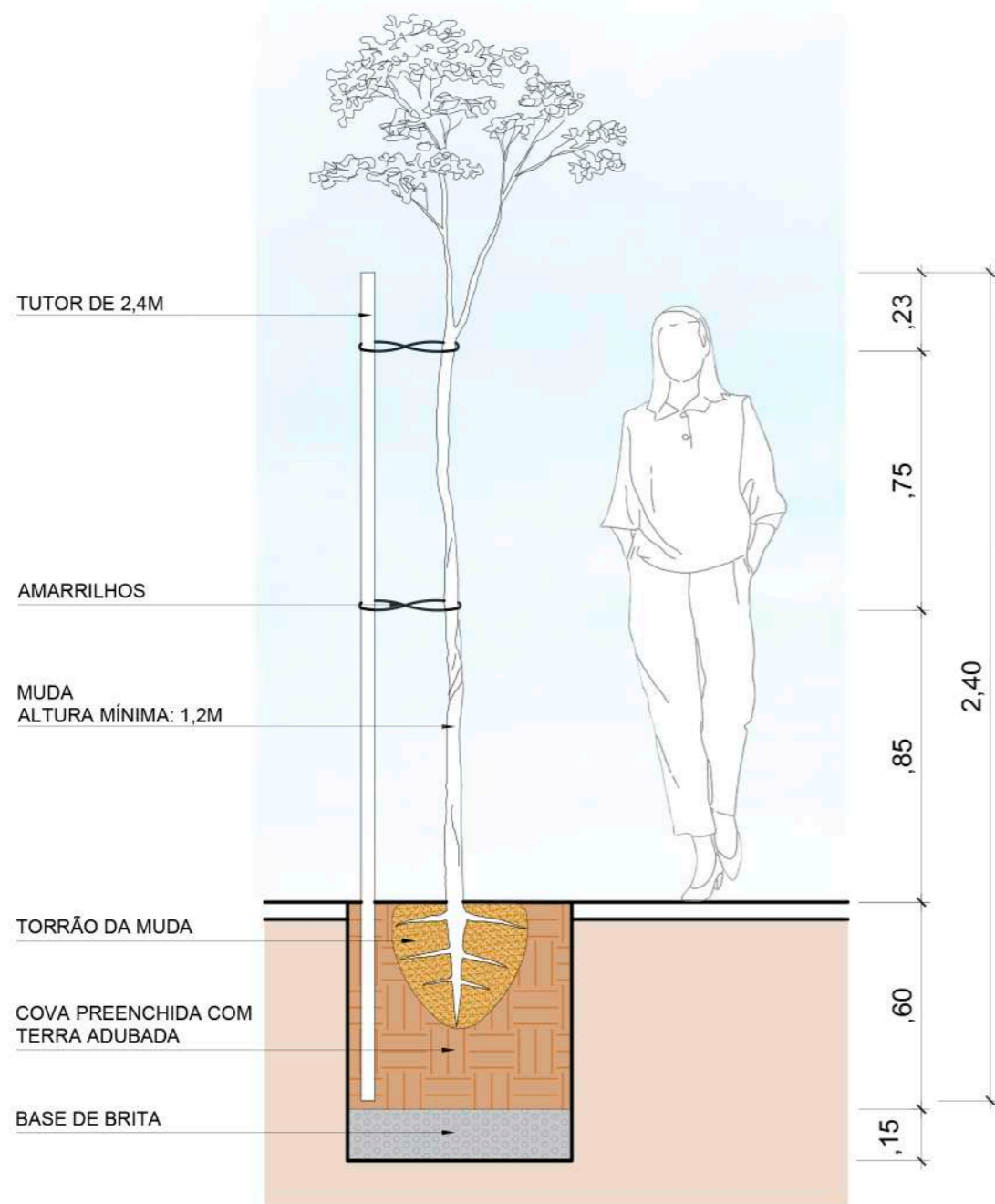
1:25



DETALHAMENTO ARBORIZAÇÃO

CORTE AA

1:25

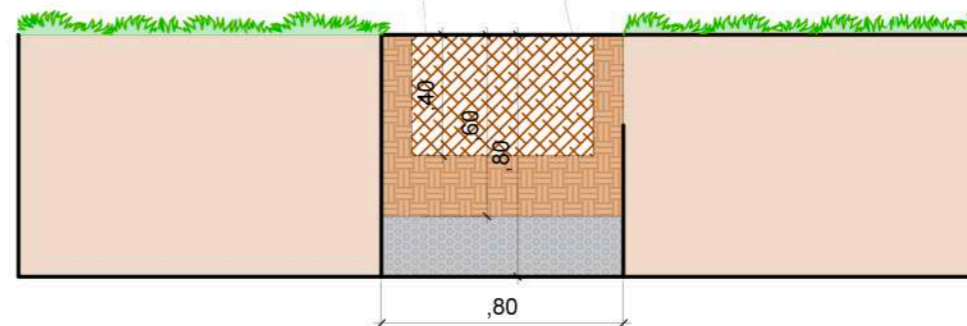


ARBORIZAÇÃO

DETALHAMENTO PLANTIO

1:20

Nota: Árvore de médio porte - DAP máx. 0,7m



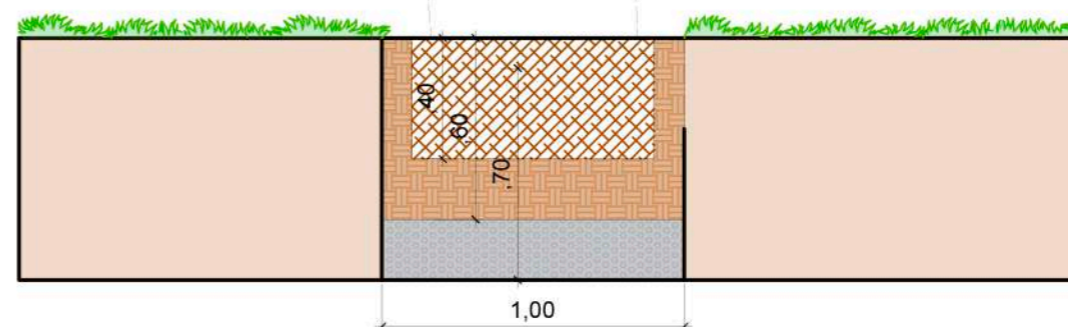
Nota:
DAP = Diâmetro à altura do peito

DETALHAMENTO ARBORIZAÇÃO - L=2.15M

CORTE AA

1:25

Nota: Árvore de grande porte - DAP máx. 0,9m

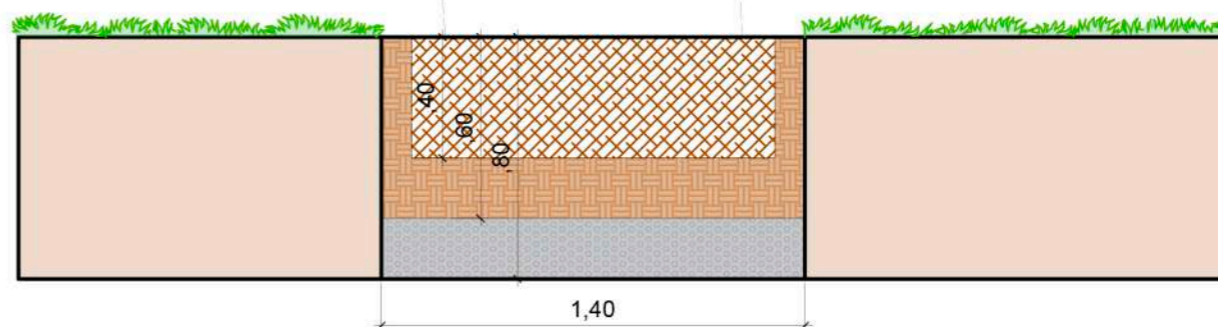


DETALHAMENTO ARBORIZAÇÃO - L=2.5M

CORTE AA

1:25

Nota: Árvore de grande porte - DAP máx. 1,2m



DETALHAMENTO ARBORIZAÇÃO - L=3M

CORTE AA

1:25



LISTA DE ESPÉCIES VEGETAIS PARA APLICAÇÃO DO POMAR URBANO

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR
<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola
<i>Morus nigra</i>	Amoreira
<i>Andira fraxinifolia</i>	Angelim Doce
<i>Eugenia involucrata</i>	Cereijinha
<i>Campomanesia Xanthocarpa</i>	Gabirola
<i>Psidium guajava</i>	Goiabeira
<i>Eugenia brasiliensis</i>	Grumixama
<i>Myrciaria trunciflora</i>	Jabuticabeira
<i>Genipa americana</i>	Jenipapo
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitangueira
<i>Eugenia pyriformis</i>	Uvaia
<i>Campomanesia phaea</i>	Cambuci
<i>Garcinia gardneriana</i>	Bacupari
<i>Psidium cattleianum</i>	Araçá
<i>Castanea sativa</i>	Castanha portuguesa
<i>Spondias mombin</i>	Cajá
<i>Dipteryx alata</i>	Baru
<i>Pouteria caimito</i>	Abiu

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR
<i>Garcinia gardneriana</i>	Bacupari
<i>Annona montana</i>	Araticum açu
<i>Annona cacans</i>	Araticum cagão
<i>Pouteria torta</i>	Abiu
<i>Rollinia sericea</i>	Araticum alvadio
<i>Acrocomia aculeata</i>	Macaúba
<i>Euterpe edulis</i>	Juçara
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Jerivá
<i>Aiphanes aculeata</i>	Cariota
<i>Attalea dubia</i>	Indaiá
<i>Butia eriospatha</i>	Butiá
<i>Cocos nucifera</i>	Coco
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá
<i>Inga sessilis</i>	Ingá ferradura
<i>Araucaria angustifolia</i>	Pinheiro do paraná
<i>Rollinia mucosa</i>	Biribá
<i>Inga marginata</i>	Ingá feijão



SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO

Coordenadoria de Planejamento Habitacional

BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOTADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I									
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL	
1 EIXO: ÁREAS VERDES MULTIFUNCIONAIS - TIPOLOGIA: VEGETAÇÃO URBANA - TIPOLOGIA APLICADA: ARBORIZAÇÃO URBANA (EM CALÇADAS)									
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$	-
CDHU	301020	-	Demolição manual de concreto simples	M3	-	-	-	-	
CDHU	510022	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km	M3	-	-	-	-	
OU									
CDHU	440070	-	Retirada manual de paralelepípedo ou lajota de concreto, inclusive limpeza e empilhamento	M2	-	-	-	-	
CDHU	510022	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km	M3	-	-	-	-	
1.2 EXECUÇÃO DO CANTEIRO								R\$	-
CDHU	601020	-	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em campo aberto	M3	-	-	-	-	
CDHU	3401010	-	Terra vegetal orgânica comum	M3	-	-	-	-	
CDHU	3402040	-	Plantio de grama batatais em placas (jardins e canteiros)	M2	-	-	-	-	
1.3 VEGETAÇÃO								R\$	-
CDHU		-	ÁRVORE	#N/D	-	-	-	-	
1 EIXO: ÁREAS VERDES MULTIFUNCIONAIS - TIPOLOGIA: VEGETAÇÃO URBANA - TIPOLOGIA APLICADA: ARBORIZAÇÃO URBANA (EM PRAÇAS)									
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$	-
CDHU	601020	-	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em campo aberto	M3	-	-	-	-	
CDHU	510022	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km	M3	-	-	-	-	
1.2 EXECUÇÃO DO CANTEIRO (PREENCHIMENTO DE VALA)								R\$	-
CDHU	3401010	-	Terra vegetal orgânica comum	M3	-	-	-	-	
CDHU	3402040	-	Plantio de grama batatais em placas (jardins e canteiros)	M2	-	-	-	-	
1.3 VEGETAÇÃO								R\$	-
CDHU		-	ÁRVORE	#N/D	-	-	-	-	
TOTAL s/ BDI								R\$	-
BDI adotado: 25,00%								R\$	-
VALOR TOTAL C/ BDI								R\$	-

Nota:

A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha "Pomar Urbano" deste Caderno de Tipologias. Os códigos facilitam o preenchimento da planilha na data da aplicação da tipologia, mantendo assim seu custo sempre atualizado.

Eixo - Áreas Verdes Multifuncionais - Vegetação Urbana - Pomar Urbano

Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade

Obs: Vegetação não inclusa, identificar a espécie e adicionar na planilha acima.



EIXO



MOBILIDADE

TIPOLOGIA

ACESSIBILIDADE



ACESSIBILIDADE

A acessibilidade é um conjunto de medidas que busca assegurar o pleno acesso e uso da cidade por toda a população, com especial atenção às necessidades das Pessoas com Deficiência (PcD) e com mobilidade reduzida. Para garantir que todos tenham acesso igualitário aos seus direitos de cidadania, conforme estabelecido pela Constituição Federal de 1988 e pela Declaração de Direitos do Homem e do Cidadão, é fundamental realizar intervenções urbanas que garantam um trajeto seguro, contínuo, sem obstáculos e com sinalização adequada para todos.

Localização Estratégica

Locais de alta circulação de pessoas, próximos a edifícios e passeios públicos, conectando pontos de interesse de uso público e áreas de concentração, como pontos de ônibus, terminais e estações de transporte.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos

Fontes:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/NBR9050_20.pdf>; acesso em 17 de janeiro de 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16537: Acessibilidade — Sinalização tátil no piso — Diretrizes para elaboração de projetos e instalação**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível: <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/NBR%2016537.pdf>>; acesso em 15 de fevereiro de 2024.

VILA NOVA, Flávio. **Cartilha de acessibilidade urbana: um caminho para todos**. 2.ª edição. Recife: Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco, 2014. 53p.



Imagem: Freepik

Características Técnicas

No contexto urbano, a acessibilidade é marcada por características técnicas específicas, tais como:

1. Sinalização de acessibilidade em edificações, com disponibilidade de elementos acessíveis para Pessoas com Deficiência (PcD) ou mobilidade reduzida, abrangendo mobiliário urbano, espaços e equipamentos, identificados pelo Símbolo Internacional de Acessibilidade.
2. Garantir uma rota acessível entre os estacionamentos de veículos e as entradas principais, assegurando a presença de:
 - Iluminação natural ou artificial com nível mínimo de iluminância de 150 lux medidos a 1,00 m do chão (ver ficha “Iluminação – Postes de LED”).
 - Sinalização com piso tátil direcional e de alerta;
 - Calçadas com materiais apropriados para o trânsito seguro de pedestres;
 - Pisos que apresentem uma superfície regular, contínua, livre de ressaltos ou depressões, proporcionando firmeza, estabilidade e antiderrapância em todas as condições climáticas.

Considerando a diversidade de desafios enfrentados por diferentes indivíduos, apresentam-se a seguir medidas para a adaptação das vias de circulação, detalhadas conforme as necessidades: para uso de piso tátil (deficiência sensorial) e para instalação de rampas, corrimãos e guarda-corpos (deficiência física).

Ganhos

- Compromisso da cidade com a inclusão, garantindo acesso universal autônomo e pleno exercício da cidadania;
- Promoção do uso simples e intuitivo dos equipamentos urbanos;
- Minimização de riscos através de caminhos desobstruídos para todos, com especial atenção às Pessoas com Deficiência (PcD) ou mobilidade reduzida;
- Valorização das capacidades individuais;
- Estímulo ao uso da cidade, diversificação das interações sociais e promoção da saúde pública.

Possíveis Desafios

Desafios de requalificação: problemas na adaptação de infraestruturas existentes, como a construção de rampas, instalação de elevadores, entre outros.

- **Topografia urbana:** características naturais do terreno podem dificultar a implementação de medidas de acessibilidade, como a criação de calçadas acessíveis e rampas.
- **Espaço restrito:** limitações de espaço disponível para adaptação de acordo com as normas de acessibilidade.
- **Atendimento inadequado às necessidades reais:** surge devido à falta de planejamento inclusivo e/ou barreiras de comunicação.





ACESSIBILIDADE

PISO TÁTIL

O piso tátil é uma ferramenta crucial de acessibilidade urbana projetada para orientar e garantir segurança às pessoas com deficiência visual. Amplamente utilizado em calçadas, praças e edifícios públicos, o piso tátil é reconhecido por suas texturas que podem ser identificadas pelo toque dos pés ou do bastão.

Atualmente, existem dois tipos de pisos táteis: o de alerta, que sinaliza obstáculos ou mudanças de direção, e o direcional, que funciona como guia. Estas medidas visam facilitar a locomoção independente e promover a inclusão social, contribuindo para um ambiente urbano mais acessível e inclusivo.

O piso tátil foi incluído nesta Ficha do eixo “Mobilidade” por fazer parte da construção da calçada, junto aos outros elementos, como rampa e corrimão.

Desse modo, a Ficha “Acessibilidade Universal”, do eixo “Sinalização”, engloba as demais formas de sinalização presentes na NBR 9050.

Características Técnicas

Conforme estabelecido pela NBR 9050 e pela NBR 16537, algumas diretrizes devem ser seguidas:

1. A utilização de piso tátil, do tipo alerta ou direcional, deverá possuir cores e texturas contrastantes em relação ao piso adjacente;
2. A altura do relevo deve estar entre 3 mm e 5 mm, enquanto a largura do piso poderá ter uma variação de 25 cm a 60 cm;
3. O piso tátil do tipo de alerta deve ser aplicado perpendicularmente ao sentido de deslocamento;
4. A sinalização tátil de alerta em rampas deve ter uma medida entre 0,25 m e 0,60 m na base e no topo, quando a inclinação for superior a 5%. Na base, não deve haver nenhum afastamento entre a sinalização tátil e o início do declive, enquanto no topo, a sinalização tátil pode se afastar de 0,25 m a 0,32 m do início do declive. Rampas com inclinação inferior a 5% não requerem sinalização tátil;
5. Frente a desníveis como plataformas de embarque e desembarque, passarelas, palcos, vãos e rebaixamentos de calçadas, é imprescindível a instalação de pisos táteis ao

Etapas de Implementação

1. Avalie as áreas urbanas ou edifícios que requerem piso tátil, identificando rotas acessíveis e áreas críticas;
2. Planeje a localização do piso tátil com base nas necessidades específicas de orientação, alerta ou direcional e nas necessidades decorrentes do mobiliário urbano do entorno, conforme as especificações da NBR 9050 e da NBR 16537;
3. Considerando o piso tátil de alerta e o piso tátil direcional, escolha o mais adequado para cada situação;
4. Certifique-se de que haja contraste visual entre o piso tátil e o entorno para facilitar a identificação pelos usuários com baixa visão;
5. Projete o layout do piso tátil considerando direções, destinos e informações relevantes. Ajuste o desenho para acomodar curvas, cruzamentos e pontos de interesse;

longo de toda a extensão onde houver risco de queda, mantendo-os a uma distância mínima de 50 cm da borda;

6. No caso de nivelamento da pista de rolamento com a calçada, através de faixa elevada de travessia, deve-se instalar a sinalização tátil de alerta ao longo da interseção entre os trânsitos de pedestres e veículos, para que as pessoas com deficiência visual possam detectar o final da calçada e o início da pista de rolamento. O piso tátil deve estar localizado na calçada a uma distância de 50cm da pista de rolamento;
7. Ao redor de obstáculos suspensos com altura entre 60 cm e 2,10 m do piso acabado, que apresentem um volume maior na parte superior do que na base, é necessário iniciar a demarcação do piso tátil de alerta a partir de 60 cm da projeção do obstáculo suspenso. Essa demarcação também deve estar presente nos obstáculos cuja projeção coincida com a base e que estejam fora da faixa de serviço ou mobiliário urbano;
8. No caso dos abrigos de ônibus, é necessário incluir sinalização tátil direcional que indique o acesso, interligada à faixa tátil de alerta paralela ao meio-fio.

6. Opte por materiais duráveis, resistentes e antiderrapantes. Certifique-se de que a textura do piso tátil seja facilmente perceptível ao toque e forneça informações táteis claras.
7. Prepare adequadamente a superfície onde o piso tátil será instalado, assegurando que esteja limpo, nivelado e livre de obstáculos. Realize eventuais reparos ou correções na superfície, se necessário;
8. Adote as orientações específicas do fabricante durante a instalação do piso tátil. Empregue métodos de fixação apropriados, como adesivos, parafusos ou pinos, de acordo com as recomendações do produto;
9. Após a instalação, conduza testes práticos para assegurar que o piso tátil atenda aos objetivos de orientação e segurança. Inspeccione a instalação cuidadosamente para identificar possíveis problemas, como bordas soltas ou áreas mal fixadas.





ACESSIBILIDADE

RAMPAS

Rampas são elementos arquitetônicos projetados para vencer desnivelamentos em terrenos, caracterizadas por superfícies de piso com declividade igual ou superior a 5 %, com a finalidade de facilitar o acesso a pessoas com deficiência e mobilidade reduzida, como cadeirantes, idosos e pessoas com carrinhos de bebê. Em termos de acessibilidade, as rampas desempenham um papel crucial ao possibilitar uma circulação fluida e segura em espaços urbanos, edifícios e áreas públicas. Elas eliminam barreiras arquitetônicas, promovendo inclusão e igualdade de oportunidades para indivíduos com diferentes capacidades motoras.

As rampas de acessibilidade deverão ser construídas em concreto independente do método construtivo utilizado na implementação da calçada.

Características Técnicas

1. As medidas necessárias para a manobra de cadeira de rodas sem deslocamento são:
 - Rotação de 90° - 1,20 m x 1,20 m;
 - Rotação de 180° - 1,50 m x 1,20 m;
 - Rotação de 360° - círculo com diâmetro de 1,50 m.
2. Para garantir acessibilidade, é fundamental evitar desníveis de qualquer tipo nas rotas. Pequenos desníveis no piso de até 5 mm não requerem tratamento especial. Desníveis entre 5 mm e 20 mm devem ter uma inclinação máxima de 1:2 (50%). Desníveis acima de 20 mm devem ser tratados como rampas com inclinação máxima de 1:12 (8,33%);
3. Para rampas com inclinação entre 6,25% e 8,33%, recomenda-se a criação de áreas de descanso em patamares a cada 50 metros de percurso;
4. A largura da rampa deve ser estabelecida de acordo com o fluxo de pessoas. Recomenda-se uma largura livre mínima de 1,50 m para as rampas em rotas acessíveis, sendo que o mínimo aceitável é de 1,20 m;
5. Na ausência de paredes laterais, as rampas

devem ser equipadas com elementos de segurança, como guarda-corpos, corrimãos e guias de balizamento, com altura mínima de 5 cm, os quais devem ser instalados ou construídos ao longo dos limites da largura da rampa. Toda rampa deve possuir corrimão com duas alturas em cada lado;

6. Os patamares no início e fim das rampas, assim como os patamares intermediários entre os segmentos da rampa, devem ter uma dimensão longitudinal mínima de 1,20 m. Quando houver patamares com mudanças de direção, suas dimensões devem ser iguais à largura da rampa;
7. A inclinação transversal da rampa deve ser no máximo 3% em rampas externas. A inclinação da rampa deve ser calculada conforme a seguinte equação: $i = hx100/c$, sendo:
 - i = percentual de inclinação (%);
 - h = altura a vencer (metros);
 - c = comprimento da rampa (metros).
8. Para o dimensionamento de rampas em situações excepcionais vide Norma Brasileira ABNT NBR 9050/2021 (itens: 6.6.2.2; 6.6.2.7 e 6.12.7.3.4).

Etapas de Implementação

1. Realize uma avaliação das calçadas existentes para identificar as áreas que necessitam de rampas de acessibilidade, abrangendo cruzamentos, esquinas e outras localizações estratégicas;
2. Conduza um levantamento topográfico para compreender a inclinação e a elevação da calçada, determinando os locais cabíveis para instalação das rampas;
3. Elabore o layout das rampas, considerando a presença de obstáculos existentes e as regulamentações locais;
4. Elabore um projeto técnico detalhado, incluindo especificações de construção, detalhes dos materiais, dimensões da rampa, inclinações e outros elementos relevantes. Antes de iniciar qualquer obra, obtenha as permissões necessárias das autoridades locais, o que pode envolver aprovações do departamento de obras

públicas ou órgãos reguladores locais;

5. Selecione materiais adequados para a construção da rampa, considerando sua durabilidade, resistência à abrasão e aderência, especialmente em condições climáticas adversas;
6. Prepare a área onde a rampa será construída, garantindo que a superfície esteja limpa, nivelada e livre de obstáculos;
7. Construa a rampa conforme o projeto técnico, seguindo as normas e regulamentos de acessibilidade, o que pode envolver a instalação de formas, despejo de concreto e acabamento da superfície;
8. Instale guarda-corpos nas laterais da rampa conforme necessário, seguindo as normas técnicas para segurança dos usuários e adicione sinalizações visuais e táteis para alertar pedestres e pessoas com deficiência visual sobre a presença da rampa.





ACESSIBILIDADE

CORRIMÃO E GUARDA-CORPO

Corrimãos e guarda-corpos são elementos de segurança fundamentais instalados em escadas, rampas e áreas elevadas para fornecer apoio e proteção aos usuários, desempenhando um papel crucial no contexto da acessibilidade.

Os corrimãos, tipicamente acoplados nas laterais de escadas fixas e rampas, oferecem suporte físico, auxiliando pessoas com mobilidade reduzida ou dificuldades de equilíbrio a subir ou descer degraus de forma segura.

Os guarda-corpos são barreiras instaladas ao longo de áreas elevadas para prevenir quedas, oferecendo segurança adicional. Ambos são essenciais para garantir a acessibilidade universal, criando ambientes inclusivos e acessíveis para pessoas com deficiências físicas, idosos e outros grupos que possam precisar de apoio ao se locomoverem em espaços públicos e edifícios.

Os corrimãos podem ser acoplados aos guarda-corpos e devem ser construídos com materiais rígidos. Devem ser firmemente fixados às paredes ou às barras de suporte, garantindo condições seguras de utilização.

Características Técnicas

1. Corrimãos e barras de apoio, devem ter seção variando entre 30 mm e 45 mm. Os corrimãos devem ser instalados em rampas e escadas em ambos os lados, a 0,92 m e a 0,70 m do piso, medidos da face superior até o bocel ou quina do degrau (no caso de escadas) ou do patamar, acompanhando a inclinação da rampa;
2. Quando se tratar de degrau isolado, com um único degrau, deve ser instalado um corrimão com comprimento mínimo de 0,30 m, cujo ponto central esteja posicionado a 0,75 m de altura, medida a partir do bocel ou quina do degrau. Quando se tratar de degrau isolado, com dois degraus, os corrimãos devem ser instalados a 0,92 m e a 0,70 m de altura do piso, medida da face superior até o bocel ou quina do degrau em ambos os lados;
3. Os corrimãos laterais devem ser contínuos, sem interrupção nos patamares das escadas e rampas, e sem interferir com áreas de circulação ou prejudicar a vazão. Os corrimãos devem prolongar-se por no mínimo 0,30 m nas

Etapas de Implementação

1. Conduza uma avaliação do ambiente para identificar as áreas que necessitam de corrimãos e guarda-corpos, considerando a presença de escadas, rampas e variações de nível;
2. Projete o layout dos corrimãos ou guarda-corpos, considerando a localização, altura adequada e espaçamento entre os elementos para garantir conformidade com os requisitos específicos de acessibilidade;
3. Elabore um projeto técnico detalhado que inclua especificações de construção, detalhes dos materiais, dimensões dos corrimãos, alturas dos guarda-corpos e outros elementos relevantes. Antes de iniciar qualquer obra, obtenha as permissões necessárias das autoridades locais, o que pode envolver aprovações do departamento de obras públicas ou órgãos reguladores locais;

- extremidades, nas quais devem ter acabamento recurvado, ser fixadas ou justapostas à parede ou piso, ou ainda ter desenho contínuo, sem protuberância;
4. No caso de escadas em curva, é necessário atender ao descrito no item 6.8.6. Quando se tratar de degrau isolado (ver item 6.7.2), a instalação de corrimão ou barra de apoio é obrigatória e deve atender ao descrito nos itens 6.9.4.1 ou 6.9.4.2, vide Norma Brasileira ABNT NBR 9050/2021;
5. É vedada a utilização, na face interna do guarda-corpo, de componentes que facilitem a escalada por crianças (ornamentos e travessas que possam ser utilizados como degraus). No caso de guarda-corpos constituídos por perfis, a distância entre perfis (vão luz) não deve ser superior a 11 cm;
6. A altura mínima do guarda-corpo, considerada entre o piso acabado e a parte superior do peitoril, deve ser de 1,10 m;
7. Quando não houver paredes laterais, devem ser incorporados elementos de segurança, vide Norma Brasileira ABNT NBR 9050/2021.

4. Selecione materiais adequados para a construção, considerando durabilidade, resistência e aderência.
5. Prepare a área onde os corrimãos e guarda-corpos serão instalados, garantindo que a superfície esteja limpa, nivelada e livre de obstáculos;
6. Instale corrimãos nas escadas e rampas de acordo com o projeto técnico, garantindo que estejam localizados em ambas as laterais e que proporcionem apoio adequado para diferentes usuários. Instale guarda-corpos em áreas onde houver riscos de quedas ou mudanças de nível. Certifique-se de que estejam instalados na altura adequada;
7. Adicione elementos táteis e visuais, como marcações táteis ou faixas de sinalização visual, para alertar sobre a presença de escadas e rampas, em conformidade com as normas ABNT.





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Acessibilidade

3. Saúde e bem estar

3.4 Até 2030, reduzir em um terço a mortalidade prematura por doenças não transmissíveis via prevenção e tratamento, e promover a saúde mental e o bem-estar

3.d Reforçar a capacidade de todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, para o alerta precoce, redução de riscos e gerenciamento de riscos nacionais e globais de saúde

4. Educação de qualidade

4.5 Até 2030, eliminar as disparidades de gênero na educação e garantir a igualdade de acesso a todos os níveis de educação e formação profissional para os mais vulneráveis, incluindo as pessoas com deficiência, povos indígenas e as crianças em situação de vulnerabilidade

4.a Construir e melhorar instalações físicas para educação, apropriadas para crianças e sensíveis às deficiências e ao gênero, e que proporcionem ambientes de aprendizagem seguros e não violentos, inclusivos e eficazes para todos

5. Igualdade de gênero

5.b Aumentar o uso de tecnologias de base, em particular as tecnologias de informação e comunicação, para promover o empoderamento das mulheres

7. Energia limpa e acessível

7.a Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa

8. Trabalho decente e crescimento econômico

8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura

9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Acessibilidade

10. Redução das desigualdades



10.2 Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.1 Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas

11.2 Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos

11.7 Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência

13. Ação contra a mudança global do clima

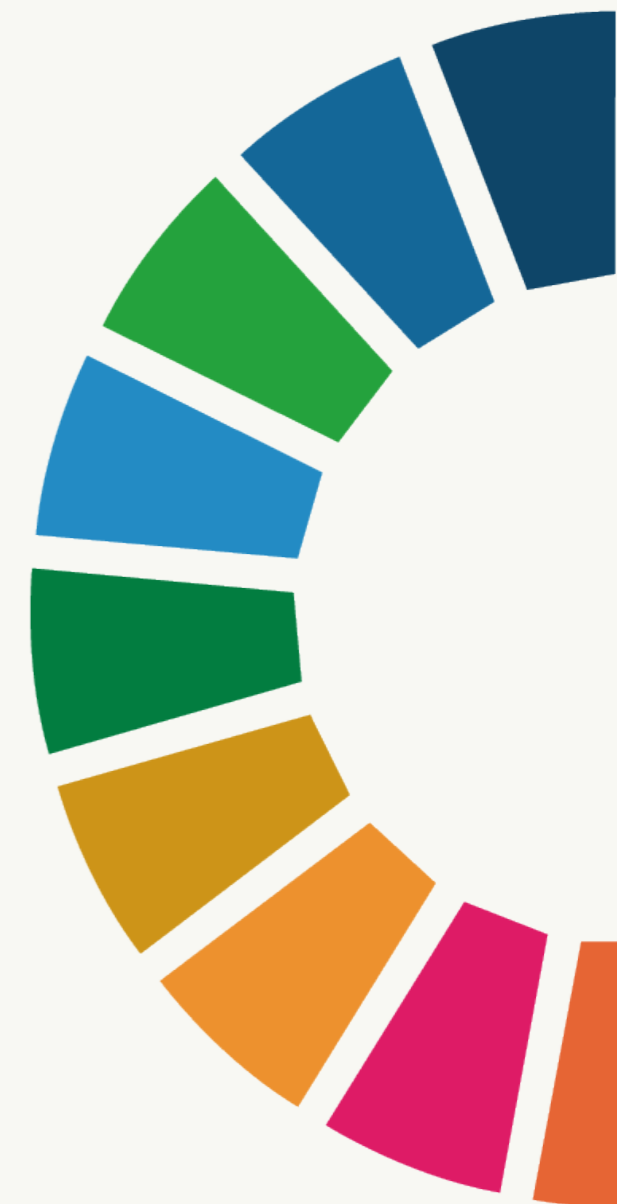


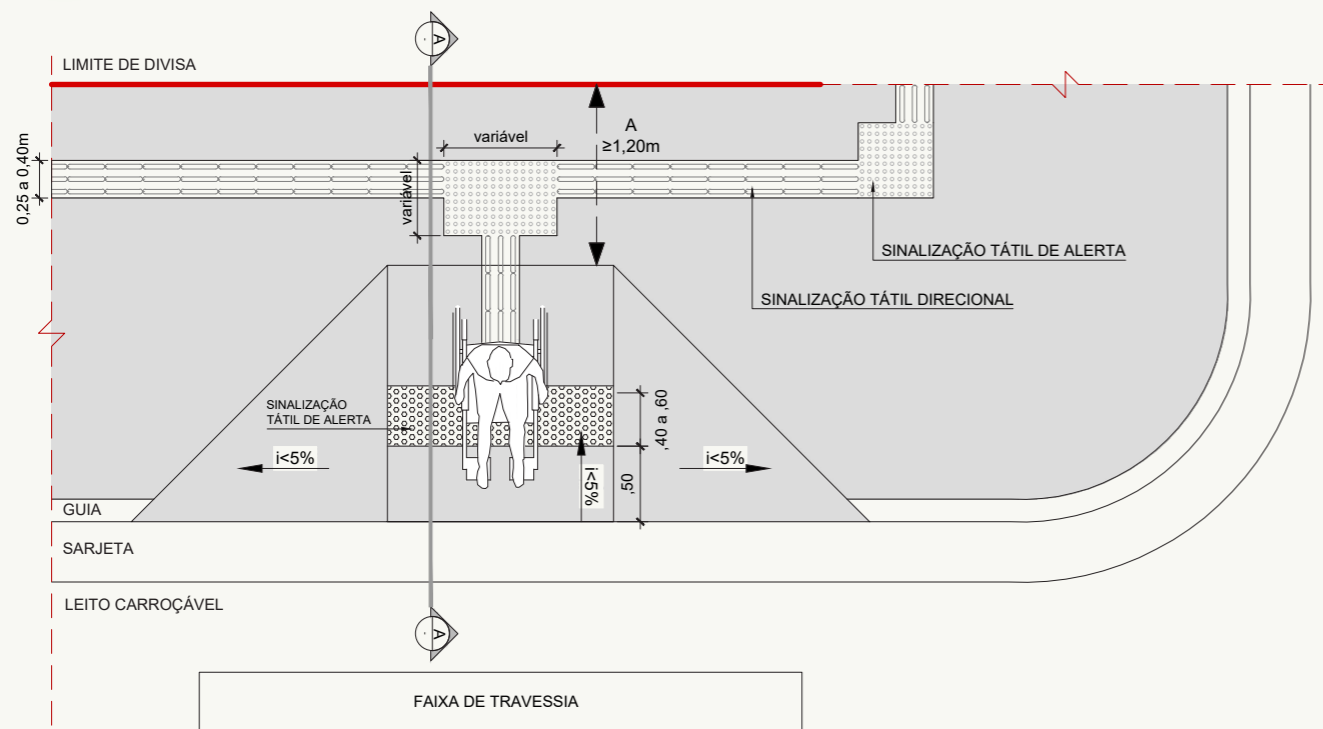
13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

16. Paz, Justiça e Instituições eficazes



16.1 Reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionada em todos os lugares

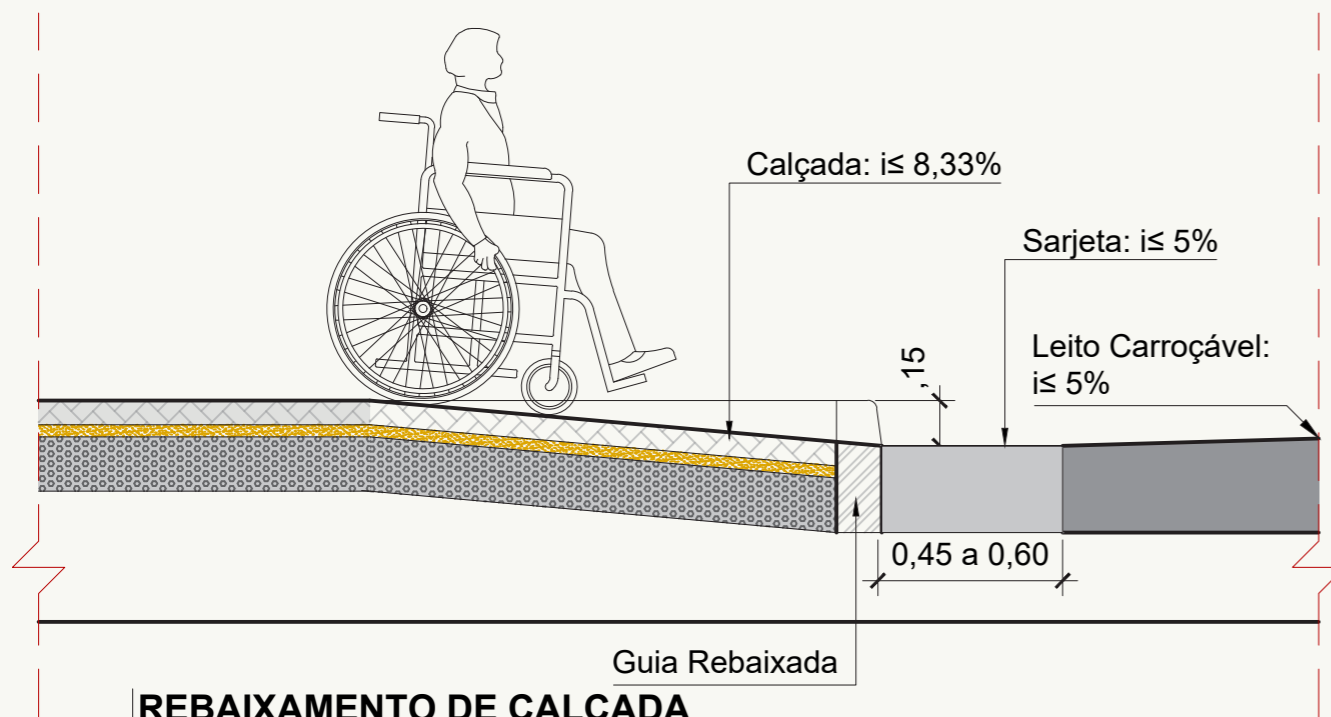




Notas:
 Inclinação deve ser preferencialmente menor que 5%, admitindo-se até 8,33%.
 A - Em casos excepcionais, desde que justificado, admite-se a largura mínima de 0,90m.

REBAIXAMENTO DE CALÇADA

ELEVAÇÃO SUPERIOR

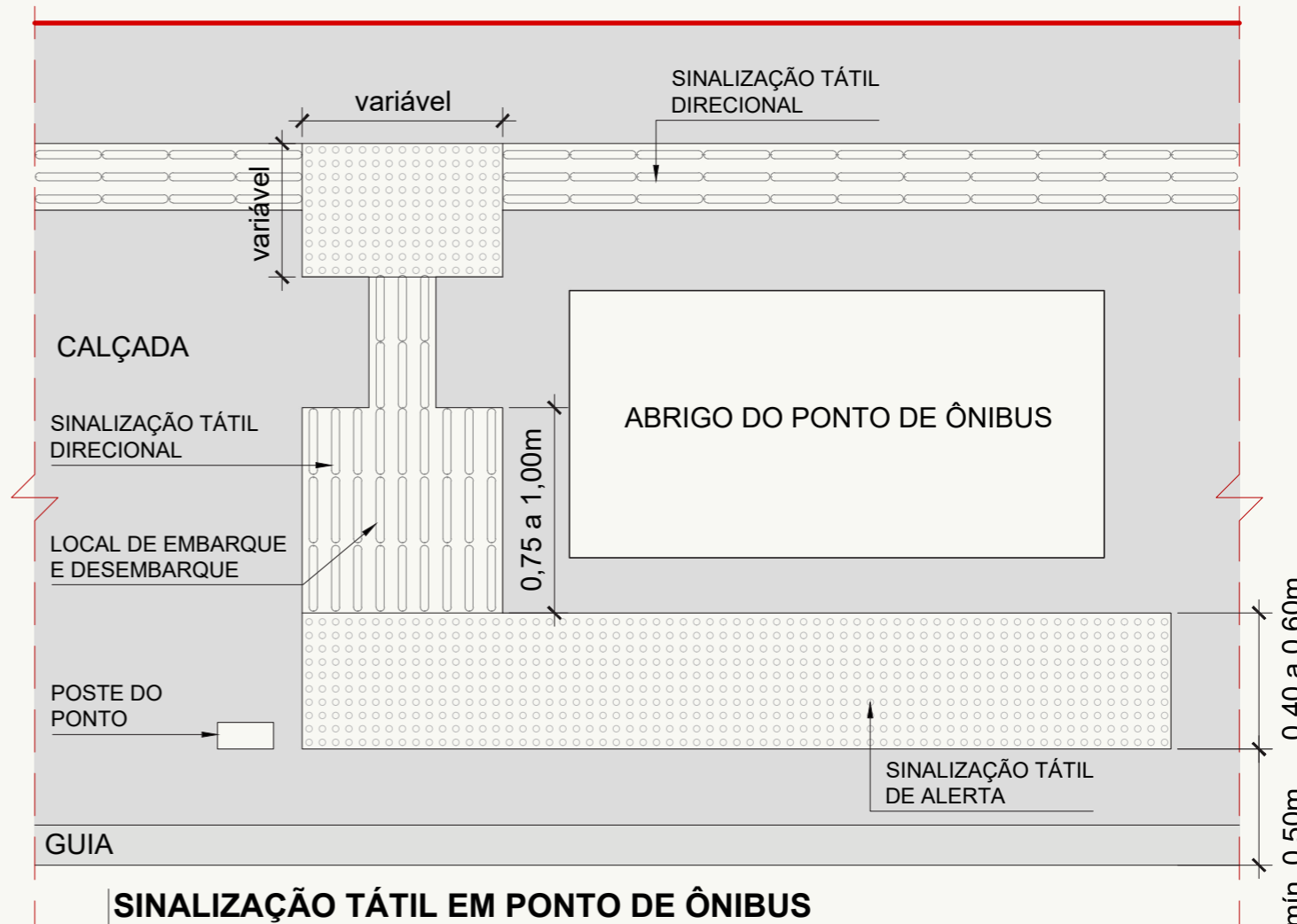


REBAIXAMENTO DE CALÇADA

CORTE AA

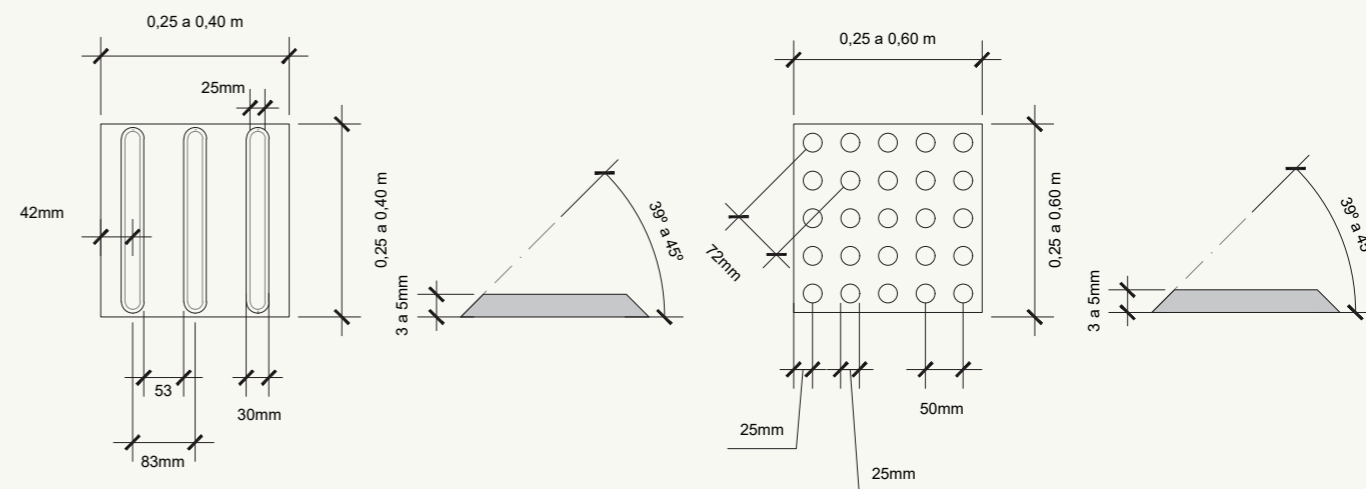
1:10

LIMITE DE DIVISA



SINALIZAÇÃO TÁTIL EM PONTO DE ÔNIBUS

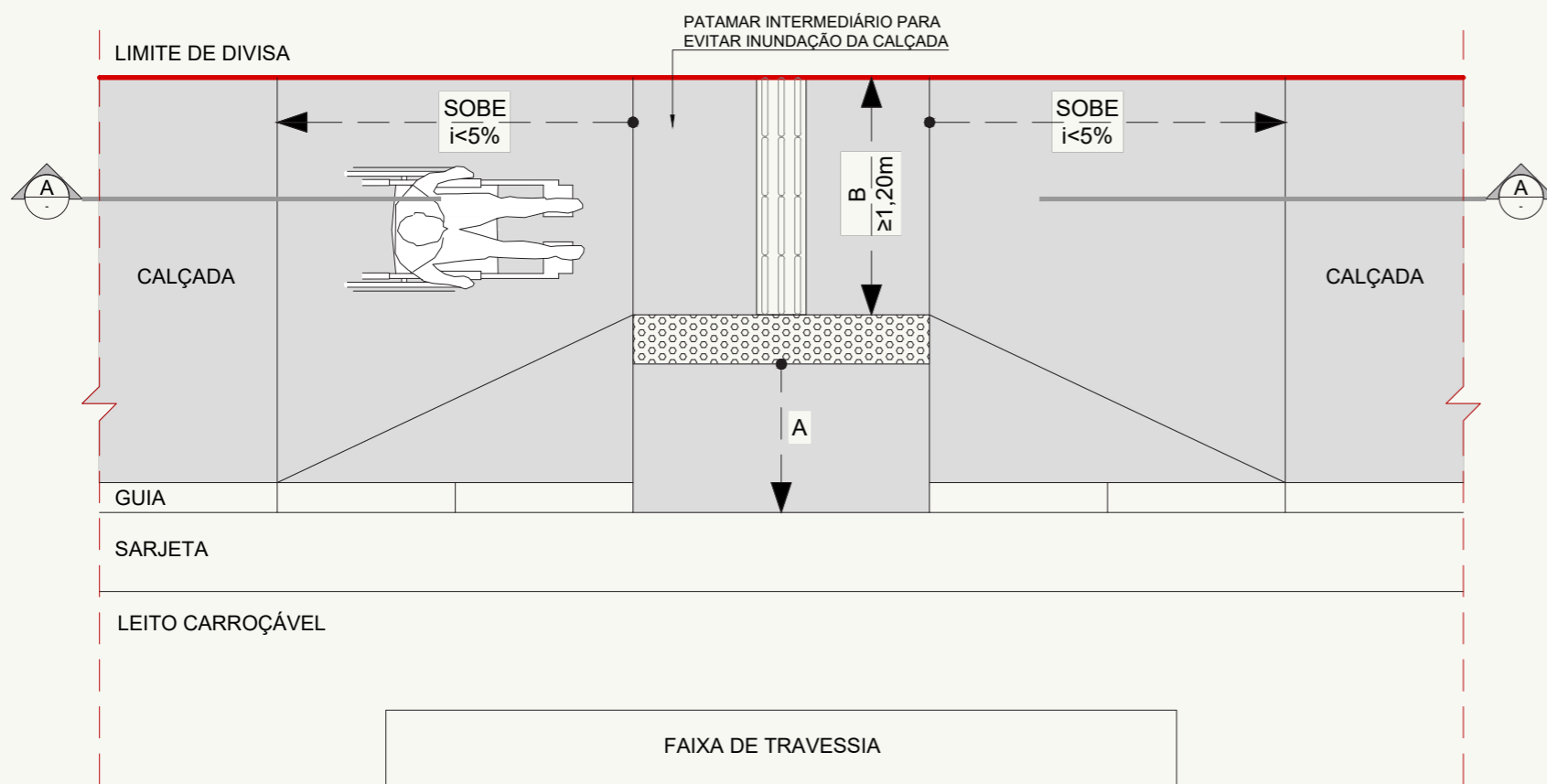
ELEVAÇÃO SUPERIOR



DETALHAMENTO SINALIZAÇÃO TÁTIL

ELEVAÇÃO SUPERIOR E CORTE DO RELEVO

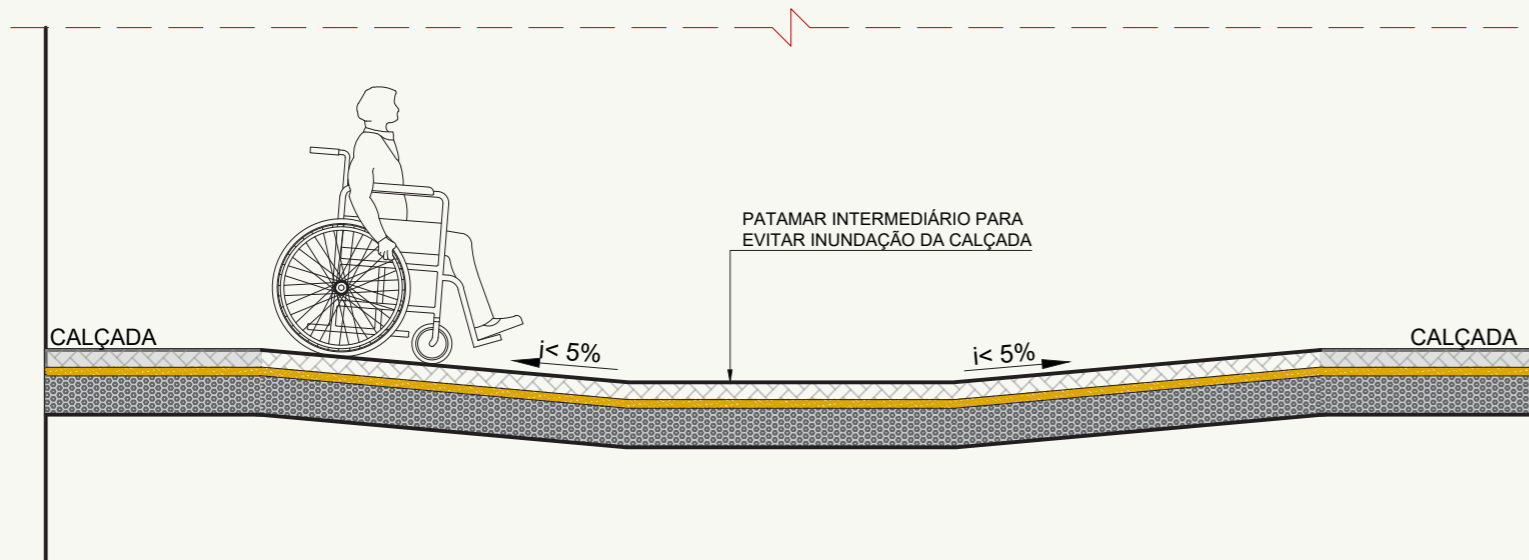
1:10



Notas:
 A - Inclinação da rampa, $i \leq 8,33\%$.
 B - Em casos excepcionais, desde que justificado, admite-se a largura mínima de 0,90m.

REBAIXAMENTO DE CALÇADAS ESTREITAS

ELEVAÇÃO SUPERIOR



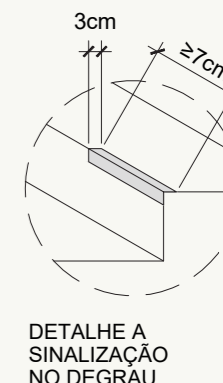
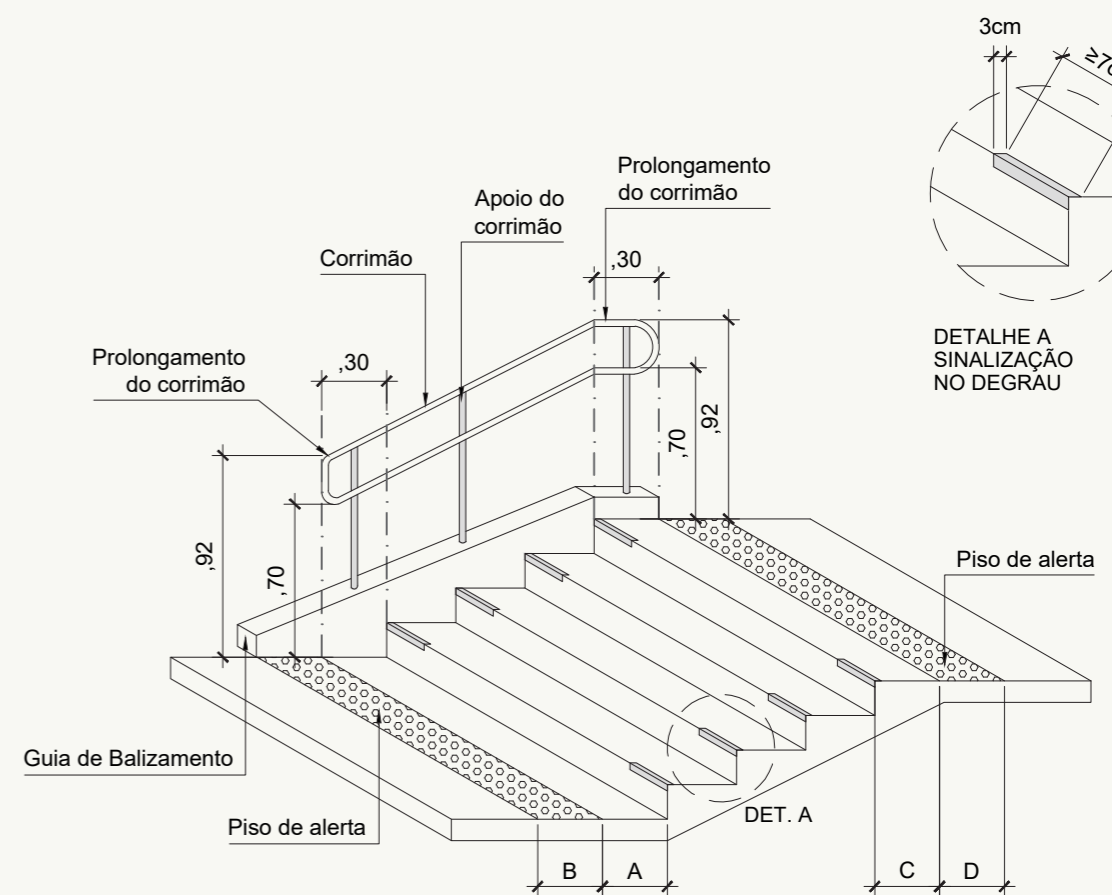
REBAIXAMENTO DE CALÇADAS ESTREITAS

CORTE AA

Tabela para escadas fixas

Dimensão		Local de pouco tráfego	Local de tráfego intenso
A	Distância entre a sinalização tátil de alerta e o espelho do degrau inferior	$0 \leq A \leq$ largura do degrau	
B	Largura da sinalização tátil de alerta no piso inferior	$\geq 0,25m$	$\geq 0,40m$
A + B	-	$0,50m \leq A + B \leq 0,65m$	
C	Distância entre a sinalização tátil de alerta e o espelho do último degrau	$\geq 0,25m$ (Recomendada: igual à largura do degrau)	
D	Largura da sinalização tátil de alerta no piso superior	$\geq 0,25m$	$\geq 0,40m$
C + D	-	$0,50m \leq C + D \leq 0,65m$	

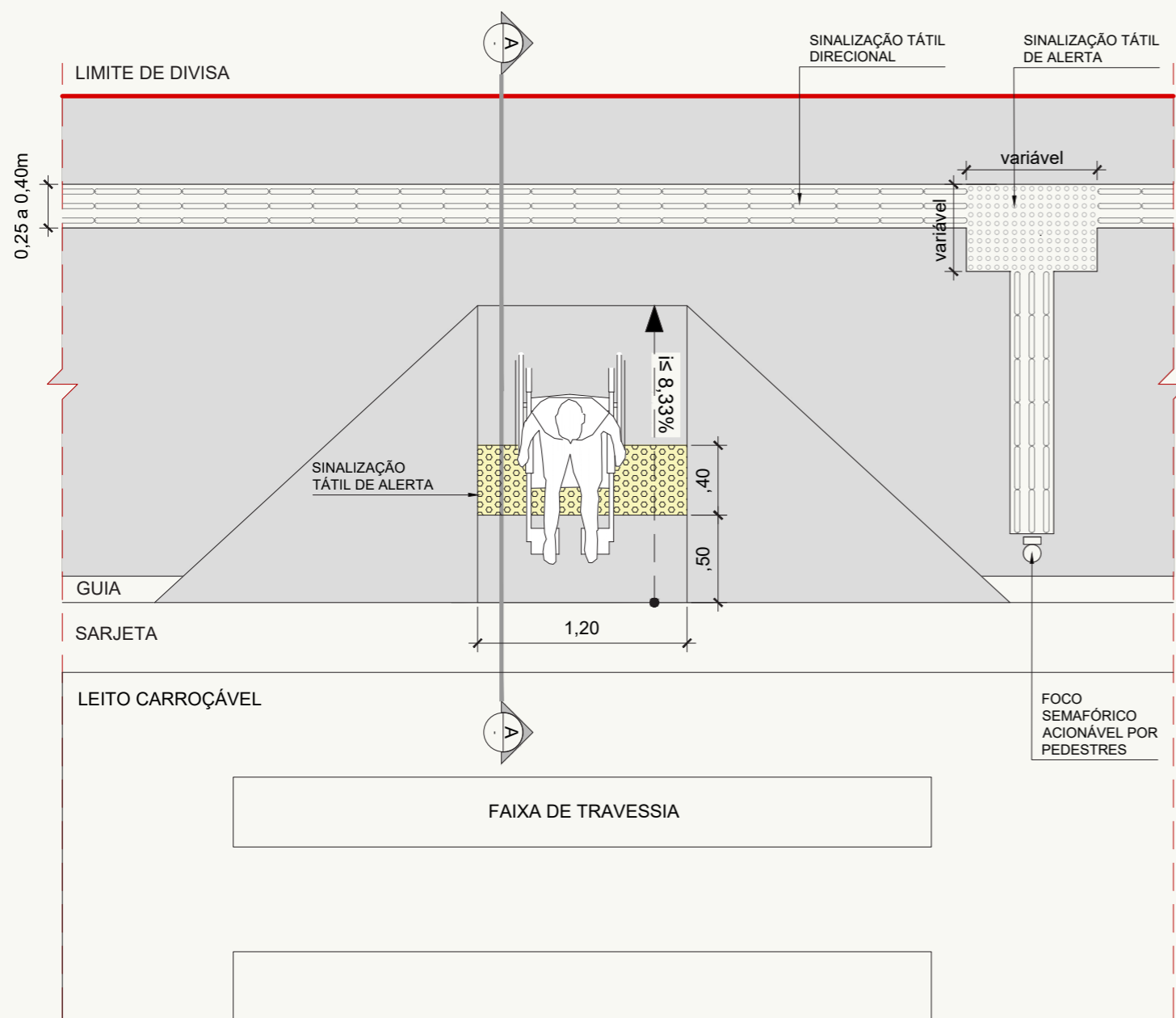
NOTA: Pouco tráfego = circulação < 25 pessoas/metro/minuto
 Tráfego intenso = circulação ≥ 25 pessoas/metro/minuto



Notas:
 Pisos (p): $0,28 m \leq p \leq 0,32 m$
 Espelhos (e): $0,16 m \leq e \leq 0,18 m$
 $0,63 m \leq p + 2e \leq 0,65 m$

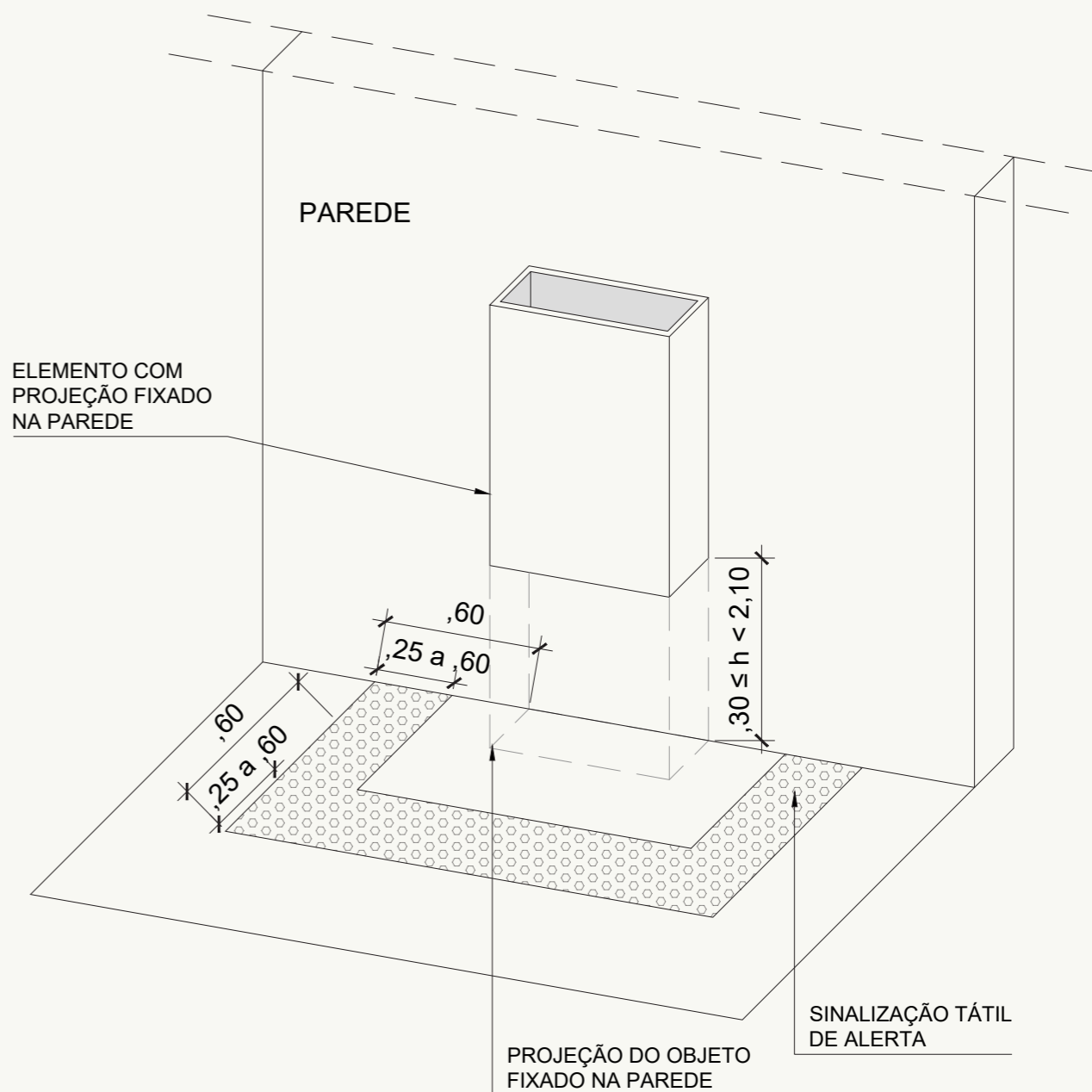
ESCALA COM SINALIZAÇÃO TÁTIL

PERSPECTIVA



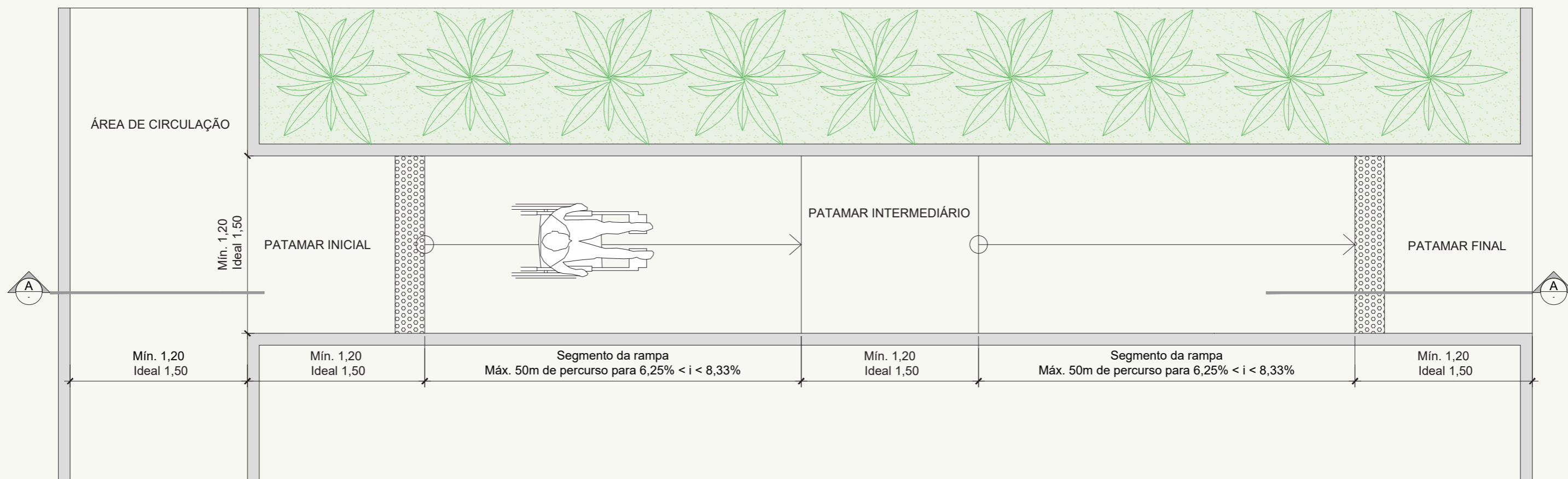
FOCO SEMAFÓRICO COM SINALIZAÇÃO TÁTIL E REBAIXO

ELEVAÇÃO SUPERIOR



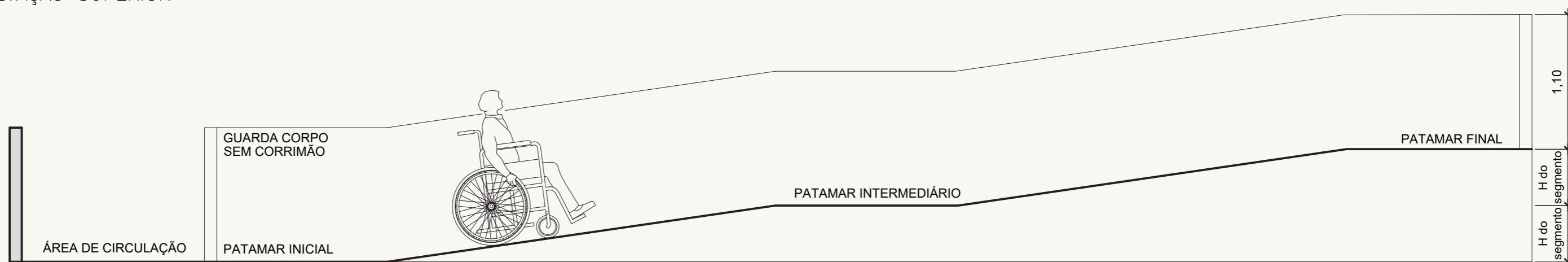
SINALIZAÇÃO TÁTIL PARA OBJETOS SUSPENSOS

PERSPECTIVA



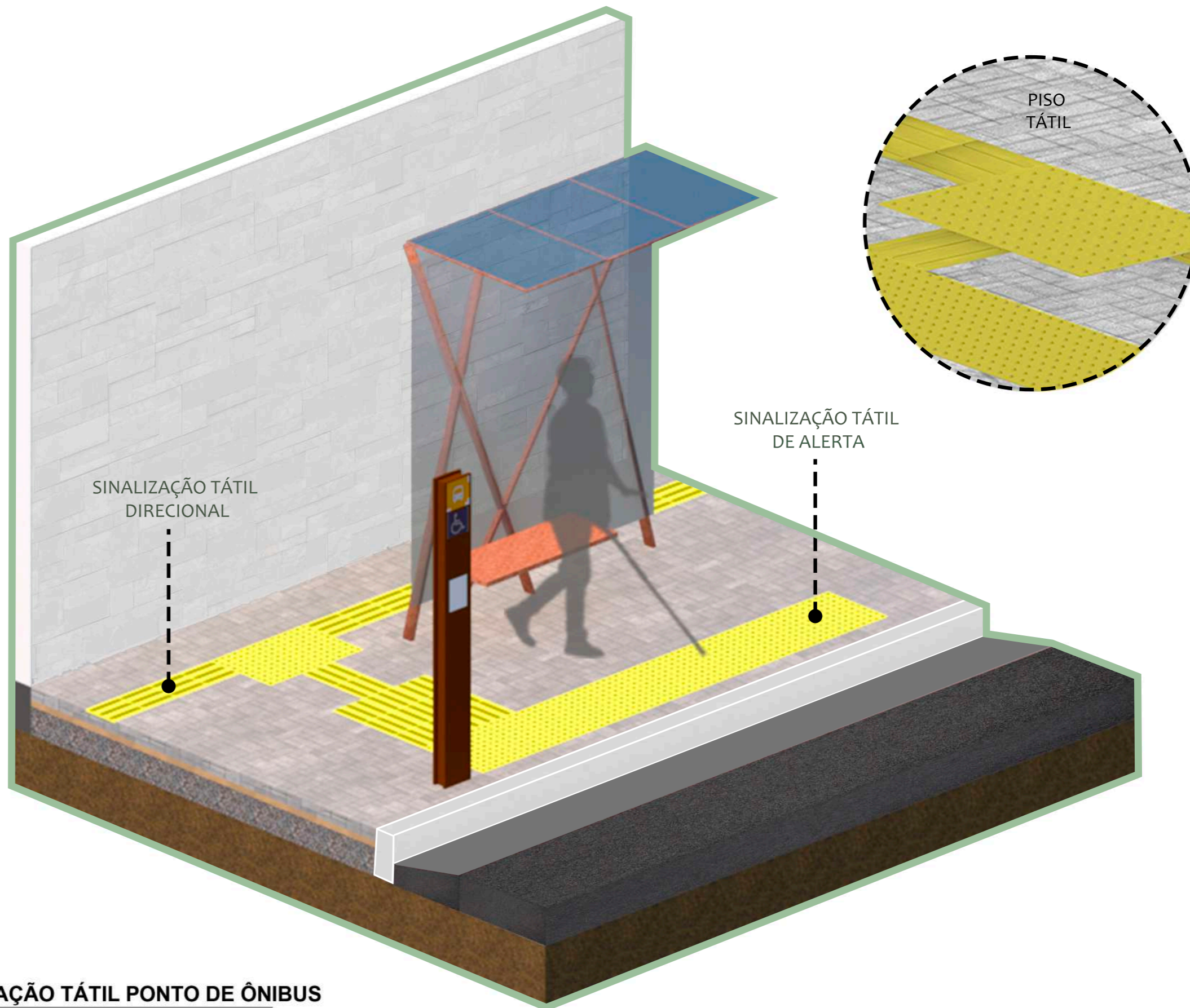
RAMPA COM PATAMARES

ELEVAÇÃO SUPERIOR



RAMPA COM PATAMARES

CORTE AA



PERSPECTIVA SINALIZAÇÃO TÁTIL PONTO DE ÔNIBUS

SEM ESCALA



BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOTADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I									
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL	
1 EIXO: MOBILIDADE - TIPOLOGIA: ACESSIBILIDADE (RAMPA EM CALÇADA EXISTENTE - CONCRETO)									
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$	-
CDHU	301020	-	Demolição manual de concreto simples	M3	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
CDHU	602020	-	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em vala ou cava até 1,5 m	M3	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
CDHU	508060	-	Transporte de entulho, para distâncias superiores ao 3º km até o 5º km	M3	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
CDHU	5401010	-	Regularização e compactação mecanizada de superfície, sem controle do proctor normal	M2	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
1.2 REBAIXO DA GUIA								R\$	-
CDHU	440030	-	Retirada manual de guia pré-moldada, inclusive limpeza e empilhamento	M	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
1.3 EXECUÇÃO DE RAMPA EM CONCRETO								R\$	-
CDHU	1118040	-	Lastro de pedra britada	M3	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
CDHU	1002020	-	Armadura em tela soldada de aço	KG	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
CDHU	1101130	-	Concreto usinado, fck = 25 MPa	M3	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
CDHU	1116020	-	Lançamento, espalhamento e adensamento de concreto ou massa em lastro e/ou enchimento	M3	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
CDHU	1116220	-	Nivelamento de piso em concreto com acabadora de superfície	M2	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
1.4 PISO PODOTÁTIL								R\$	-
CDHU	3004030	-	Piso em ladrilho hidráulico podotátil várias cores (25x25cm), assentado com argamassa mista	M2	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
2 EIXO: MOBILIDADE - TIPOLOGIA: ACESSIBILIDADE (RAMPA EM CALÇADA EXISTENTE - BLOCO INTERTRAVADO)									
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$	-
CDHU	440050	-	Retirada manual de paralelepípedo ou lajota de concreto, inclusive limpeza, carregamento, transporte até 1 quilômetro e descarregamento	M2	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
CDHU	602020	-	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em vala ou cava até 1,5 m	M3	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
CDHU	5401010	-	Regularização e compactação mecanizada de superfície, sem controle do proctor normal	M2	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
1.2 REBAIXO DA GUIA								R\$	-
CDHU	440030	-	Retirada manual de guia pré-moldada, inclusive limpeza e empilhamento	M	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
1.3 EXECUÇÃO DE RAMPA EM BLOCO INTERTRAVADO								R\$	-
CDHU	1118040	-	Lastro de pedra britada	M3	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
CDHU	5404340	-	Pavimentação em lajota de concreto 35 MPa, espessura 6 cm, cor natural, tipos: raquete, retangular, sextavado e 16 faces, com rejunte em areia	M2	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
1.4 PISO PODOTÁTIL								R\$	-
CDHU	3004100	-	Piso tátil de concreto intertravado alerta / direcional, espessura de 6 cm, com rejunte em areia	M2	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
TOTAL s/ BDI								R\$	-
BDI adotado: 25,00%								R\$	-
VALOR TOTAL C/ BDI								R\$	-

Nota:

A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha "Acessibilidade" deste Caderno de Tipologias.

Os códigos facilitam o preenchimento da planilha na data da aplicação da tipologia, mantendo assim seu custo sempre atualizado.

Eixo - Mobilidade - Acessibilidade
 Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade

Nota:

(1) Em casos de novas calçadas, a acessibilidade será executada conjuntamente ao passeio, sendo necessária apenas a execução de piso podotátil.



EIXO



MOBILIDADE

TIPOLOGIA

CALÇADA



CALÇADA

A calçada, como parte integrante da via pública, estende-se entre o alinhamento do lote e o meio-fio. Além de ser fundamental para a mobilidade, ela desempenha um papel crucial na urbanidade nas cidades, impulsionando dinâmicas sociais, culturais e econômicas no ambiente urbano. Assim, ao fomentar a autonomia do pedestre e encorajar a interação, a calçada se torna um elo vital entre as pessoas e o espaço público.

Localização Estratégica

As calçadas com um padrão de largura de 2 metros (compreendendo uma faixa livre e uma faixa de serviço) são adequadas para a maioria das vias urbanas. Quando a medida mínima de 1,20 metros não pode ser alcançada, a opção é uma via compartilhada. Em situações em que a calçada excede a largura de 2 metros, é possível proporcionar faixas mais confortáveis para o pedestre, inclusive considerando a inclusão de uma faixa de acesso.

Fontes:

SOLUÇÕES PARA CIDADES. Projeto técnico: pavimento permeável. Disponível em: https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/10/AF_Pav%20Permeavel_web.pdf. Acesso em: 08 nov. 2023.

WORLD RESOURCES INSTITUTE BRASIL. 8 Princípios da calçada. 2017. Disponível em: https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/8-Principios-Calçada_2019.pdf. Acesso em: 17 out. 2023.

SECRETARIA MUNICIPAL DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA – SMPED. Calçadas e vias exclusivas de pedestres. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/Cartilha%20de%20Cal%C3%A7adas%202020\(1\).pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/Cartilha%20de%20Cal%C3%A7adas%202020(1).pdf). Acesso em: 17 out. 2023.



Imagem: Milena Boni

Características Técnicas

A largura útil das calçadas é classificada em três tipos:

- Faixa livre:** É a área designada exclusivamente para o trânsito de pedestres, sem a presença de quaisquer obstáculos ou estruturas que possam dificultar ou interferir na livre circulação área.
 - Deve garantir uma altura mínima livre de obstáculos aéreos de 2,10 metros;
 - A pavimentação deve ser regular, contínua, antiderrapante e sem causar trepidação, além de acompanhar a inclinação longitudinal da rua;
 - Em calçadas com largura superior a 2,4 metros, a faixa livre deve ocupar no mínimo 50% da largura total da calçada;
- Faixa de serviços:** Esta área acomoda mobiliário urbano e serviços e está localizada entre o meio-fio e a faixa livre.
 - Pode incluir rampas ou inclinações para o acesso de veículos, associadas ao rebaixamento de guia;
 - Deve possuir uma largura mínima de 0,70 metros;
 - Deverá ser coberta com vegetação para promover a permeabilidade do solo;

- Não é recomendada a sua aplicação próxima a esquinas, uma vez que isso poderia prejudicar a livre circulação de pessoas.
- Faixa de acessos:** É a área situada entre a faixa livre e as edificações ou lotes, marcando o limite entre o espaço público e o privado. Esta zona, que também representa a borda da calçada, pode servir como espaço potencial para permanência. Além disso, pode conter outros elementos como vegetação, placas, toldos, entre outros. Pode incluir rampas de acesso ao imóvel, rampas de acessibilidade e mobiliário temporário. Aplicável apenas em calçadas com largura superior a 2 metros.

Ganhos

- Incentivo à caminhabilidade;
- Melhoria da segurança viária;
- Incremento da urbanidade;
- Utilização de menor espaço viário para deslocamento;
- Promoção da saúde física da população;
- Melhoria da qualidade do ar na área urbana;
- Fomento da autonomia dos pedestres.





CALÇADA

Possíveis Desafios

Terreno: Calçadas em terrenos de alta declividade podem dificultar a caminhada e devem adotar estratégias para proporcionar maior conforto aos pedestres, como o alargamento das calçadas e a instalação de corrimãos ou guarda-corpos.

Terrenos íngrimes também podem dificultar a circulação de pedestres devido às rampas de acesso dos veículos aos lotes, que formam degraus na via e interrompem a continuidade da calçada.

Espaço: Em certos casos, não é viável atender às medidas mínimas exigidas para as calçadas devido a limitações no espaço viário. Uma solução eficaz para esse problema é a implementação de ruas compartilhadas entre veículos e pedestres, com velocidades de tráfego reduzidas.

Fontes:

NACTO. **Guia global de desenho de ruas**. 2016. Disponível em: <https://globaldesigningcities.org/wp-content/uploads/guides/global-street-design-guide-pt.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Melhores práticas pavimento intertravado permeável**. Disponível em: https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/Cartilha_Pav_Intertravado_Permeavel_v1.pdf. Acesso em: 08 nov. 2023.

COORDENAÇÃO DAS SUBPREFEITURAS DE SÃO PAULO. **Conheça as regras para arrumar a sua calçada**. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/subprefeituras/calçadas/arquivos/cartilha_-_draft_10.pdf. Acesso em: 08 nov. 2013.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Pavimentação Intertravada**. In: Catálogo de Serviços. Disponível em: https://produtostecnicos.fde.sp.gov.br/Pages/CatalogosTecnicos/Catalogos/Servicos/S1226_29_10_21.pdf. Acesso em: 08 nov. 2023.

Etapas de Implementação

1. Demolição da estrutura pré-existente;
2. Preparação da base: Nivelamento e compactação do subleito, colocação de brita, instalação das fôrmas e telas de aço;
3. Concretagem: Lançamento, espalhamento e nivelamento (sarrafeamento) do concreto;
4. Desempeno: Desempeno do concreto (para acabamento convencional: desempenar, executar juntas e curar);
5. Pigmento: Aplicação do pigmento enrijecedor e “queima”;
7. Juntas: Execução de juntas de controle, lavagem, aplicação de resinas e liberação ao tráfego.

Manutenção e Gestão

A construção e conservação da calçada é de responsabilidade do proprietário do imóvel, incluindo os serviços de limpeza das calçadas e das sarjetas situadas na fronteira da propriedade. Caso o proprietário não cumpra suas obrigações, o Poder Público (Município) pode intervir para realizar a manutenção do local, além de fiscalizar e exigir que sejam feitas as melhorias necessárias.

A manutenção, especialmente da pavimentação, é crucial para garantir a qualidade do piso e a eficácia da calçada. Além disso, outros elementos da calçada, como sinalização vertical, mobiliário urbano e arborização, também requerem cuidados regulares.





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Calçada

3. Saúde e bem estar

3.4 Até 2030, reduzir em um terço a mortalidade prematura por doenças não transmissíveis via prevenção e tratamento, e promover a saúde mental e o bem-estar

3.d Reforçar a capacidade de todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, para o alerta precoce, redução de riscos e gerenciamento de riscos nacionais e globais de saúde

4. Educação de qualidade

4.a Construir e melhorar instalações físicas para educação, apropriadas para crianças e sensíveis às deficiências e ao gênero, e que proporcionem ambientes de aprendizagem seguros e não violentos, inclusivos e eficazes para todos

7. Energia limpa e acessível

7.a Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa

8. Trabalho decente e crescimento econômico

8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura

9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Calçada

10. Redução das desigualdades



10.2 Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.1 Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas

11.2 Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água

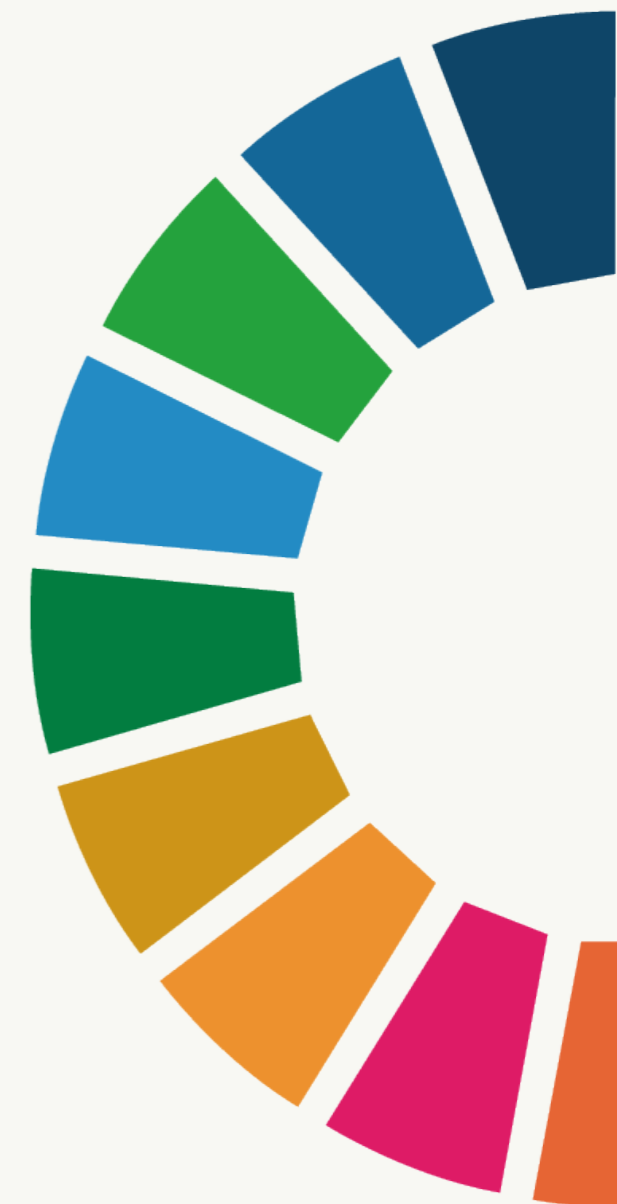


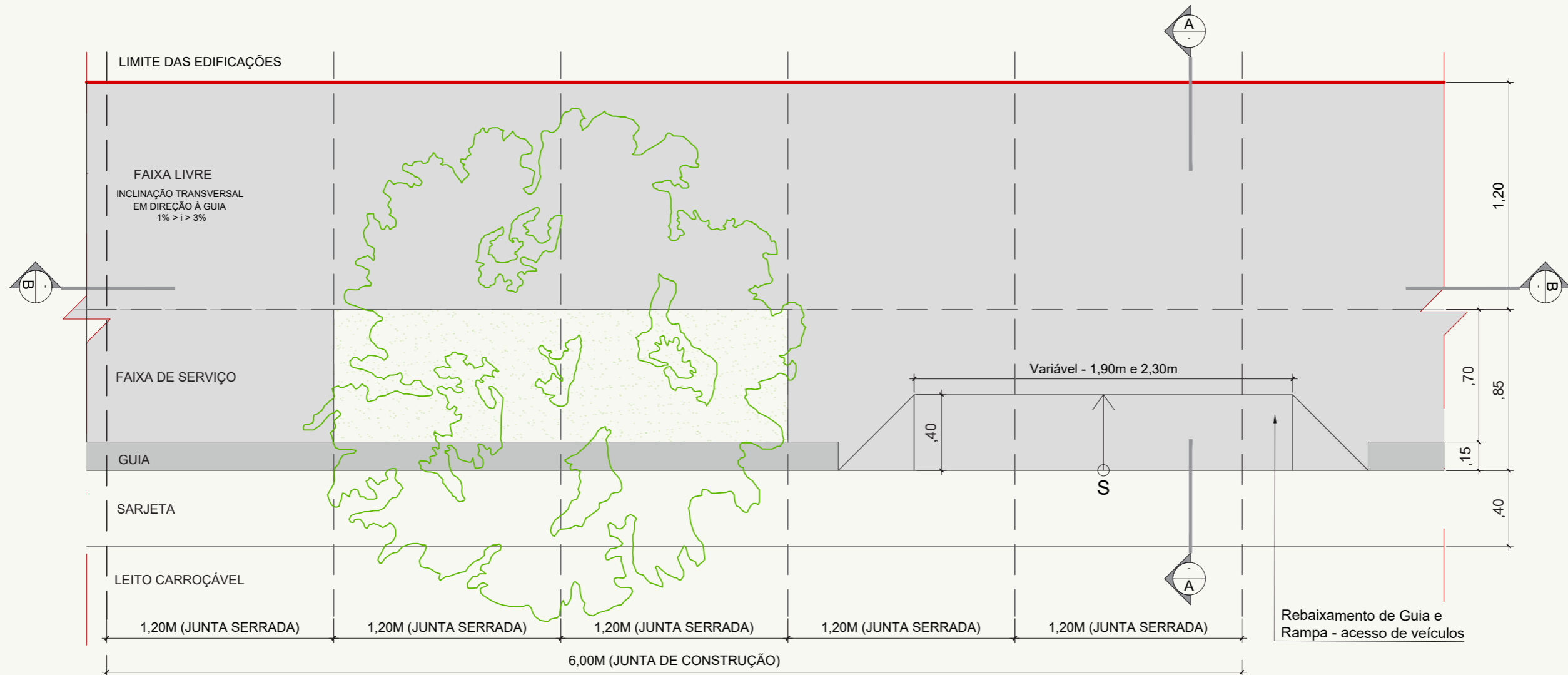
14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

16. Paz, Justiça e Instituições eficazes



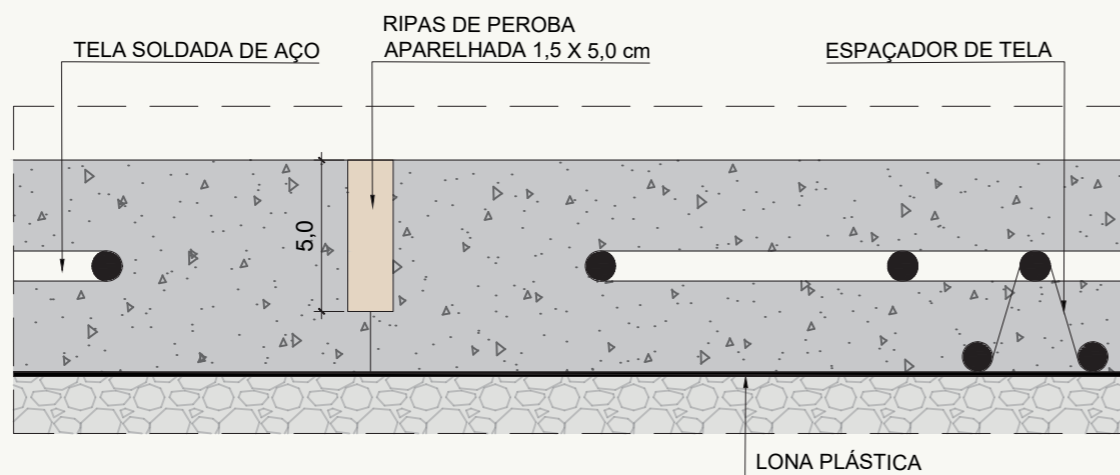
16.1 Reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionada em todos os lugares





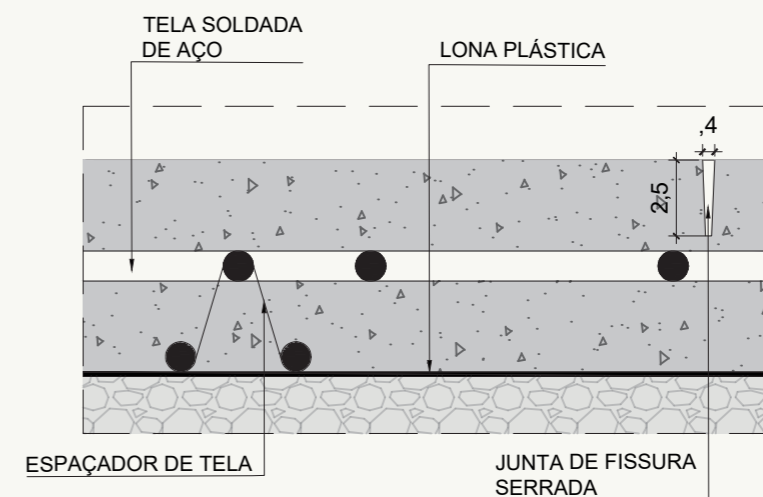
CALÇADA DE CONCRETO C/ REBAIXO PARA VEÍCULOS - LARGURA ATÉ 2,4M

ELEVAÇÃO SUPERIOR – SEM ESCALA



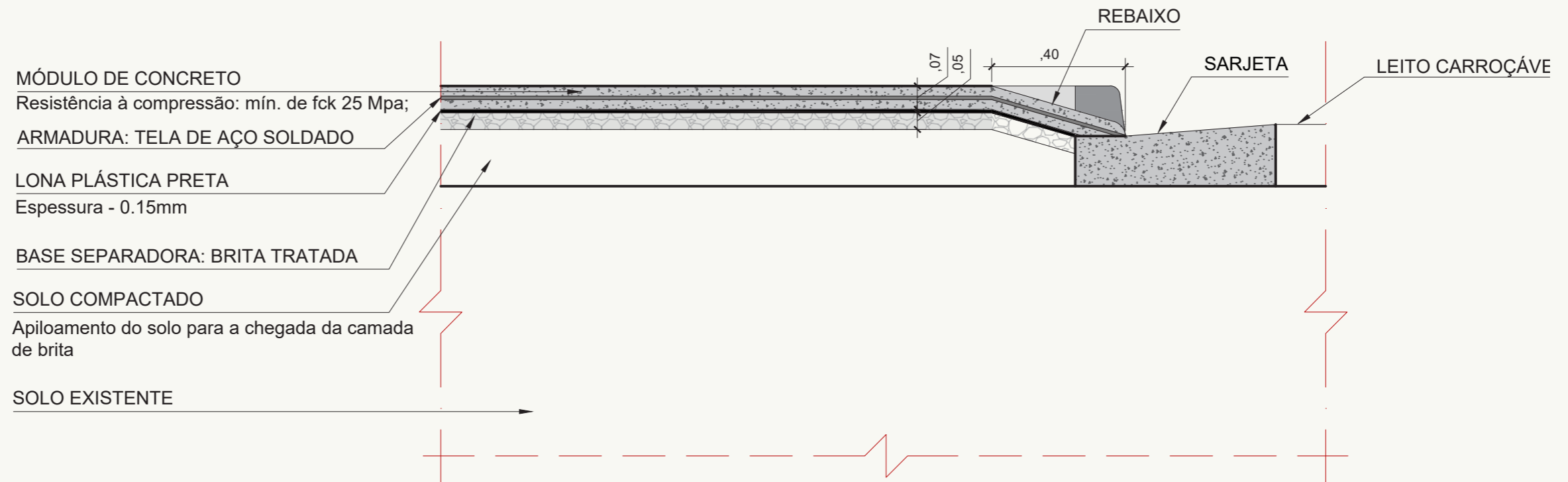
CALÇADA DE CONCRETO medidas em cm

DETALHAMENTO JUNTA DE CONSTRUÇÃO – SEM ESCALA



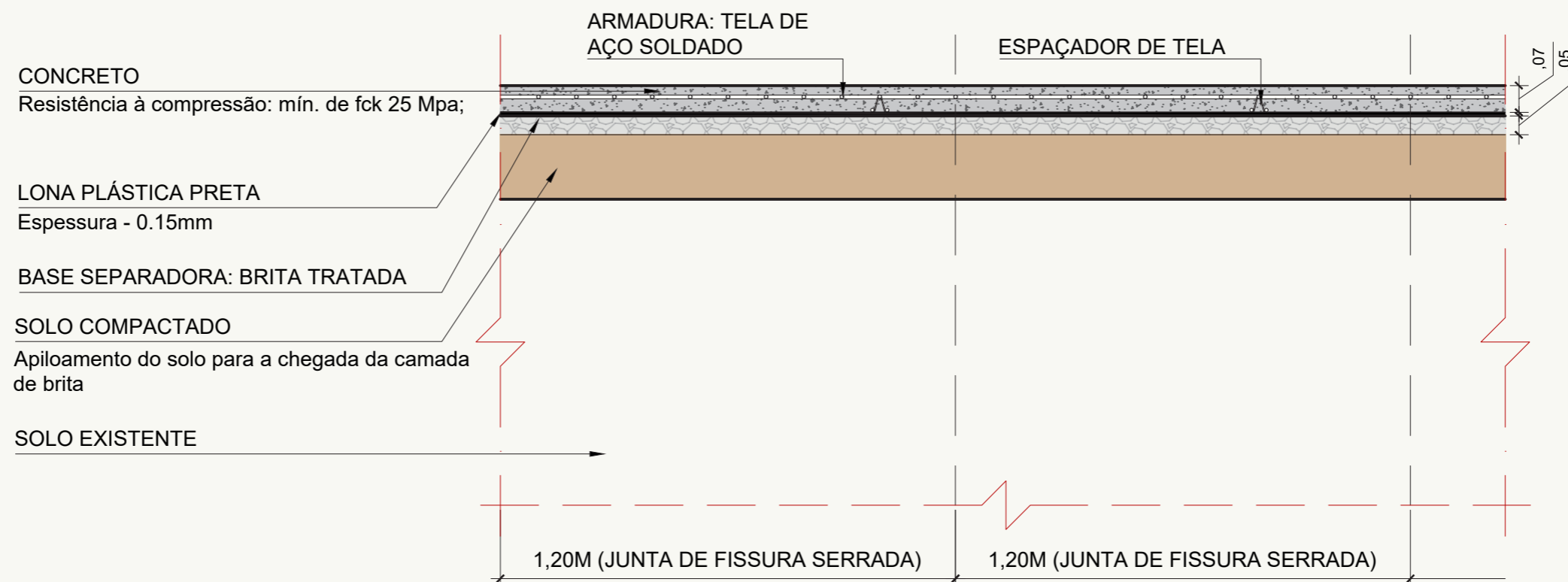
CALÇADA DE CONCRETO medidas em cm

DETALHAMENTO JUNTA DE FISSURA SERRADA



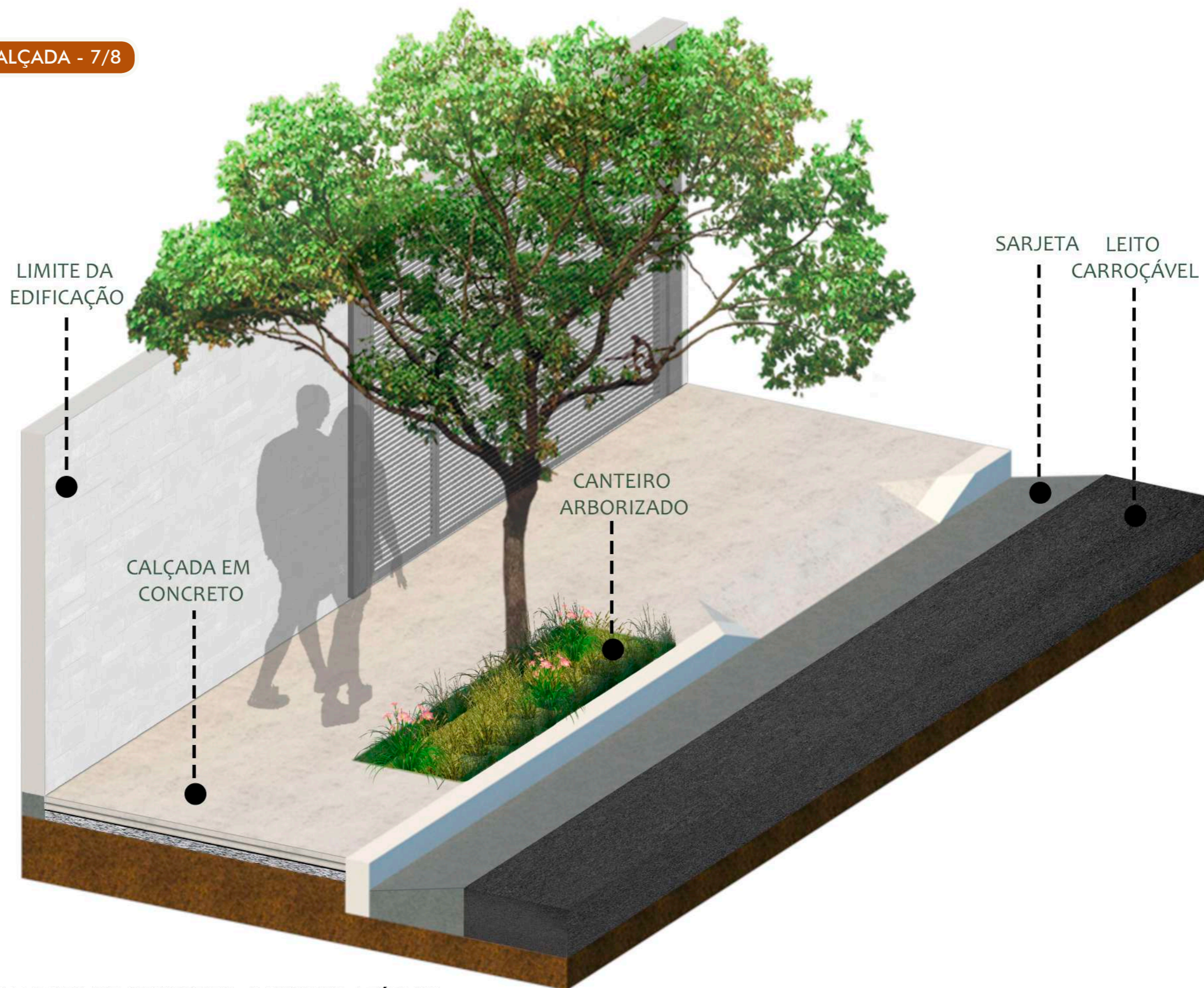
CALÇADA DE CONCRETO - LARGURA ATÉ 2,4M

CORTE AA



CALÇADA DE CONCRETO - LARGURA ATÉ 2,4M

CORTE BB



PERSPECTIVA CALÇADA DE CONCRETO - LARGURA ATÉ 2,4M

SEM ESCALA



BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOTADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I								
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL
1 EIXO: MOBILIDADE - TIPOLOGIA: CALÇADA (EM CONCRETO PARA NOVAS CALÇADAS)								
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$ -
CDHU	602020	-	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em vala ou cava até 1,5 m	M3	-	-	-	-
CDHU	510024	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 10º km até o 15º km	M3	-	-	-	-
CDHU	5401010	-	Regularização e compactação mecanizada de superfície, sem controle do proctor normal	M2	-	-	-	-
1.2 CONCRETO								R\$ -
CDHU	1118040	-	Lastro de pedra britada	M3	-	-	-	-
CDHU	1118060	-	Lona plástica - 150 micron	M2	-	-	-	-
CDHU	1002020	-	Armadura em tela soldada de aço	KG	-	-	-	-
CDHU	1101130	-	Concreto usinado, fck = 25 MPa	M3	-	-	-	-
CDHU	1116020	-	Lançamento, espalhamento e adensamento de concreto ou massa em lastro e/ou enchimento	M3	-	-	-	-
CDHU	1116220	-	Nivelamento de piso em concreto com acabadora de superfície	M2	-	-	-	-
CDHU	1120050	-	Corte de junta de dilatação, com serra de disco diamantado para pisos	M	-	-	-	-
1.3 FORMA EM MADEIRA								R\$ -
CDHU	901020	-	Forma em madeira comum para fundação	M2	-	-	-	-
1 EIXO: MOBILIDADE - TIPOLOGIA: CALÇADA (EM CONCRETO PARA DEMOLIÇÃO DE CALÇADA EXISTENTE E EXECUÇÃO DE UMA NOVA CALÇADA)								
1.1 DEMOLIÇÕES								R\$ -
CDHU	301020	-	Demolição manual de concreto simples	M3	-	-	-	-
OU								
CDHU	301230	-	Demolição mecanizada de concreto simples, inclusive fragmentação e acomodação do material	M3	-	-	-	-
CDHU	508100	-	Transporte de entulho, para distâncias superiores ao 10º km até o 15º km	M3	-	-	-	-
1.2 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$ -
CDHU	602020	-	Escavação manual em solo de 1ª e 2ª categoria em vala ou cava até 1,5 m	M3	-	-	-	-
CDHU	510024	-	Transporte de solo de 1ª e 2ª categoria por caminhão para distâncias superiores ao 10º km até o 15º km	M3	-	-	-	-
CDHU	5401010	-	Regularização e compactação mecanizada de superfície, sem controle do proctor normal	M2	-	-	-	-
1.3 CONCRETO								R\$ -
CDHU	1118040	-	Lastro de pedra britada	M3	-	-	-	-
CDHU	1118060	-	Lona plástica - 150 micron	M2	-	-	-	-
CDHU	1002020	-	Armadura em tela soldada de aço	KG	-	-	-	-
CDHU	1101130	-	Concreto usinado, fck = 25 MPa	M3	-	-	-	-
CDHU	1116020	-	Lançamento, espalhamento e adensamento de concreto ou massa em lastro e/ou enchimento	M3	-	-	-	-
CDHU	1116220	-	Nivelamento de piso em concreto com acabadora de superfície	M2	-	-	-	-
CDHU	1120050	-	Corte de junta de dilatação, com serra de disco diamantado para pisos	M	-	-	-	-
1.4 FORMA EM MADEIRA								R\$ -
CDHU	901020	-	Forma em madeira comum para fundação	M2	-	-	-	-
TOTAL s/ BDI								R\$ -
BDI adotado: 25,00%								R\$ 0,00
VALOR TOTAL C/ BDI								R\$ -

Nota:

Custo unitário de acordo com cada item descrito na planilha acima, a partir dos desenhos técnicos deste caderno de tipologias.

Eixo - Mobilidade - Calçadas

Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade

Obs: O item guia somente entrará caso a área a ser realizada não possua nenhuma contenção.



EIXO



MOBILIDADE

TIPOLOGIA

CICLOVIÁRIO

APLICAÇÃO

CICLOFAIXA



CICLOFAIXA

A ciclofaixa consiste em uma pista junto ao tráfego de veículos automotores, sendo delimitada por pinturas ou elementos de baixa segregação, como tachões, balizadores e buffer zones. Encontra-se no mesmo nível da pista, sendo uma faixa adicional no leito carroçável.

Localização Estratégica

As ciclofaixas são indicadas para vias de baixa velocidade, devido à proximidade física com o tráfego de veículos automotores.

Na mobilidade urbana, são indicadas para vias arteriais de até 50 km/h, vias coletoras de até 40 km/h e vias locais de até 30 km/h.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos

Fontes:

SECRETARIA NACIONAL DE MOBILIDADE URBANA - SEMOB. **Caderno técnico para projetos de mobilidade urbana: transporte ativo.** Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/Criterios_transporte.pdf. Acesso em: 29 set. 2023.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. **Manual de sinalização urbana: espaço cicloviário.** 2020. Disponível em http://www.cetsp.com.br/media/1100702/MSU-Vol-13-Espaco-Cicloviario_Rev01.pdf. Acesso em: 29 set. 2023.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Princípios para o desenho de ciclovias seguras.** Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/publicacoes/principios-para-o-desenho-de-ciclovias-seguras>. Acesso em: 29 set. 2023.



Imagem: Bruno Batista/WRI Brasil

Características Técnicas

As ciclofaixas podem ser classificadas em bidirecionais e unidirecionais, sendo a preferência pelas unidirecionais, pois diminuem a possibilidade de colisões e atropelamentos ao manter todos os veículos no mesmo fluxo.

As ciclovias são delimitadas pela linha de divisão de fluxos, com 25 cm de largura, sendo a cor branca para indicar o mesmo fluxo de bicicletas e veículos, e a cor amarela para sentidos opostos do fluxo. A linha de divisão é complementada pela linha de bordo vermelha, com 10 cm de largura. Áreas de cruzamento e conflito devem ser identificadas por uma pintura total em vermelho, abrangendo 10 m de comprimento.

Essas áreas também devem incluir:

- Sinalização vertical de regulamentação;
- Sinalização vertical de advertência;
- Sinalização vertical educativa destinada à ciclistas;
- Sinalização horizontal;
- Dispositivos Auxiliares: tachão, tacha, cilindro delimitador flexível;
- Compatibilização com outra sinalização.

Ganhos

- Benefícios para a saúde do usuário;
- Redução da emissão de poluentes durante o uso;
- Maior acesso da população à bicicleta por ser um modal de baixo custo;
- Uso de menor espaço viário para deslocamento;
- Alternativa sustentável ao transporte automotor individual;
- Melhora da qualidade do ar no meio urbano.

Fichas Complementares

Esta ficha de Ciclofaixa deve incluir como complemento a ficha técnica de Sinalização Horizontal de Espaços Cicloviários. Sempre que possível, também deve estar acompanhada de bicicletários em pontos estratégicos.

A Sinalização Vertical deve seguir o Manual de Sinalização Cicloviária do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN).

3 SAÚDE E BEM-ESTAR



4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



14 VIDA NA ÁGUA





CICLOFAIXA

Possíveis Desafios

Terreno: Locais com relevo íngreme podem ser um obstáculo para o uso de bicicletas, sendo mais recomendado a instalação de ciclofaixas em áreas planas.

Integração: A ciclofaixa deve estar interligada a outros modais de transporte para expandir a área de acesso do ciclista.

Contudo, a conexão com ônibus nem sempre é viável, visto que nem todos os veículos têm adaptações para abrigar as bicicletas.

Segurança: As ciclofaixas, por compartilharem o mesmo espaço visual com veículos em alta velocidade, estão mais suscetíveis a interferências. Essa segregação meramente visual aumenta os riscos de acidentes para os ciclistas.

Etapas de Implementação

1 – Planejamento da infraestrutura cicloviária

Criação de áreas de estacionamento, pontos de apoio, estação de bicicletas de aluguel, bicicletários e outras.

2 – Mapeamento da demanda atual e futura

Pode ser obtida a partir de pesquisas origem-destino e do mapeamento de áreas de longa distância para pedestre e de curta distância para transporte público.

3 – Definição da abrangência do projeto

Realizar levantamentos sobre: topografia, hierarquização viária, plano diretor urbanístico, redes de transporte público, pontos críticos de acidentes de trânsito, velocidade do tráfego motorizado, dentre outros.

4 – Projeto de rede cicloviária

Planejamento da conexão entre os espaços

Manutenção e Gestão

As ciclofaixas necessitam de monitoramento constante para garantir a segurança dos ciclistas. Para isso, é essencial fiscalizar os limites de velocidade, podendo ser realizado de forma automatizada ou através da presença de agentes de trânsito.

É crucial aplicar vigilância rigorosa e multas aos veículos automotores que estacionam ou param nas ciclofaixas, especialmente em situações de carga e descarga.

Em locais de interseção, é fundamental intensificar a supervisão para assegurar a segurança das ciclofaixas. Portanto, em alguns casos, a

destinados à circulação de bicicletas, fornecendo continuidade e conectividade para o ciclista.

5 – Validação comunitária

Planejar uma oficina comunitária envolvendo agentes públicos, moradores e associação de ciclistas para validação do trajeto e incorporação de conteúdos na co-criação do traçado.

Após a definição do local:

6 – Levantamento da sinalização existente

7 – Levantamento da situação dos veículos automotores

Sentido do fluxo, locais de manobras, entrada e saída de veículos, pontos de ônibus.

8 – Levantamento da interferência de pedestres no projeto

9 – Priorizar percursos retilíneos

10 – Projeto de sinalização

11 – Projeto de iluminação

presença de monitores, orientadores ou agentes de trânsito pode ser necessária.

A manutenção dos elementos da ciclofaixa varia de acordo com as características dos materiais:

- As tintas usadas para a demarcação visual têm uma durabilidade limitada e podem se deteriorar devido ao desgaste;
- Elementos físicos de separação, como grades de segurança, cones, suportes portáteis de sinalização e banners, estão sujeitos a roubos, vandalismo, condições climáticas e impactos de veículos. Por isso, são mais indicados para projetos temporários, devido à necessidade frequente de manutenção.

3 SAÚDE E BEM-ESTAR



4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



14 VIDA NA ÁGUA





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Ciclofaixa

3. Saúde e bem estar

3.4 Até 2030, reduzir em um terço a mortalidade prematura por doenças não transmissíveis via prevenção e tratamento, e promover a saúde mental e o bem-estar

3.d Reforçar a capacidade de todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, para o alerta precoce, redução de riscos e gerenciamento de riscos nacionais e globais de saúde

4. Educação de qualidade

4.7 Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável

4.a Construir e melhorar instalações físicas para educação, apropriadas para crianças e sensíveis às deficiências e ao gênero, e que proporcionem ambientes de aprendizagem seguros e não violentos, inclusivos e eficazes para todos

6. Água potável e saneamento

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

7. Energia limpa e acessível

7.a Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa

8. Trabalho decente e crescimento econômico

8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura

9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Ciclofaixa

10. Redução das desigualdades



10.2 Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.1 Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas

11.2 Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos

12. Consumo e produção responsáveis



12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

13. Ação contra a mudança global do clima

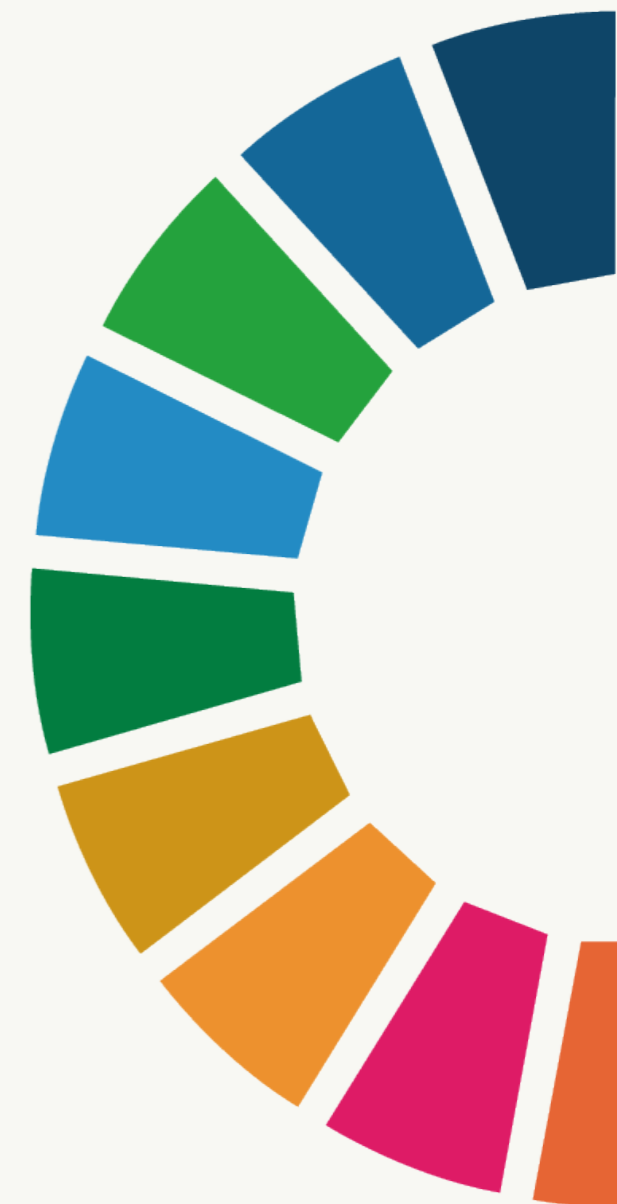


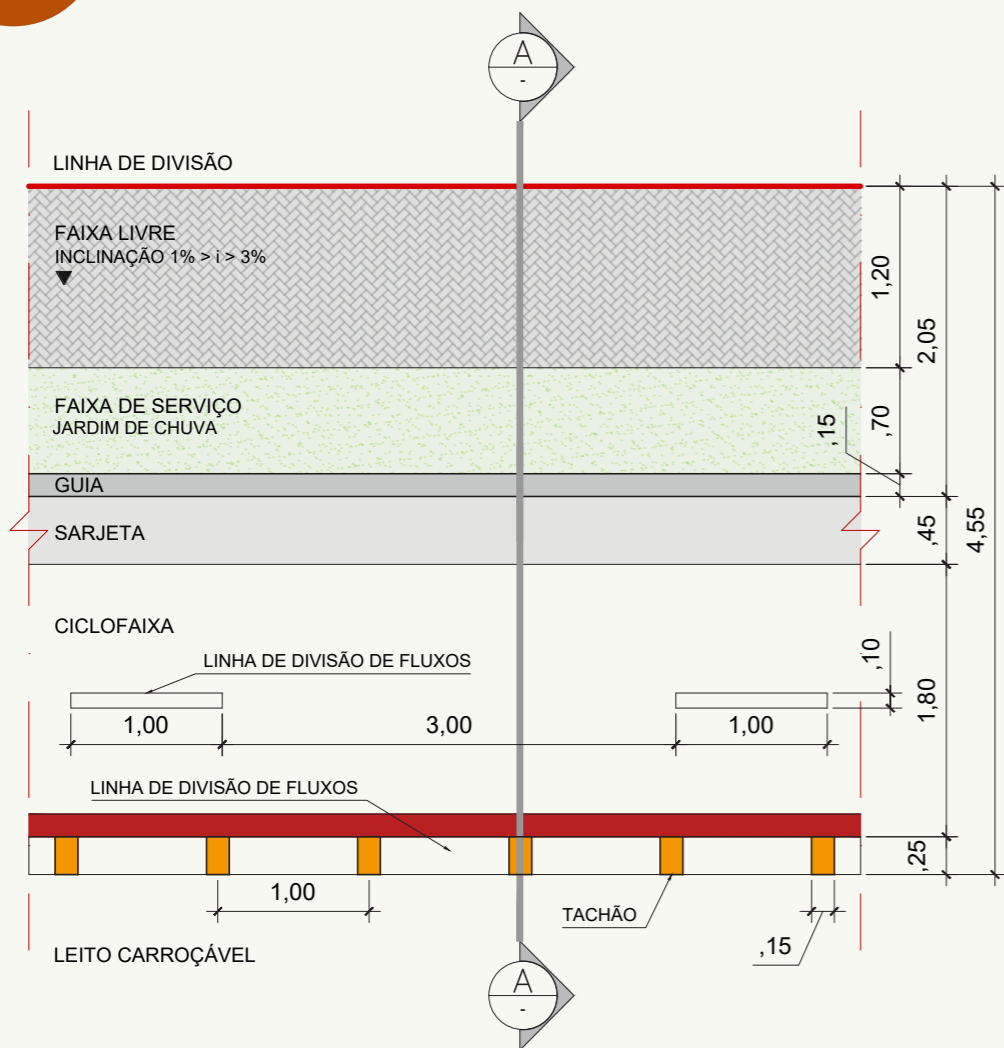
13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água



14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

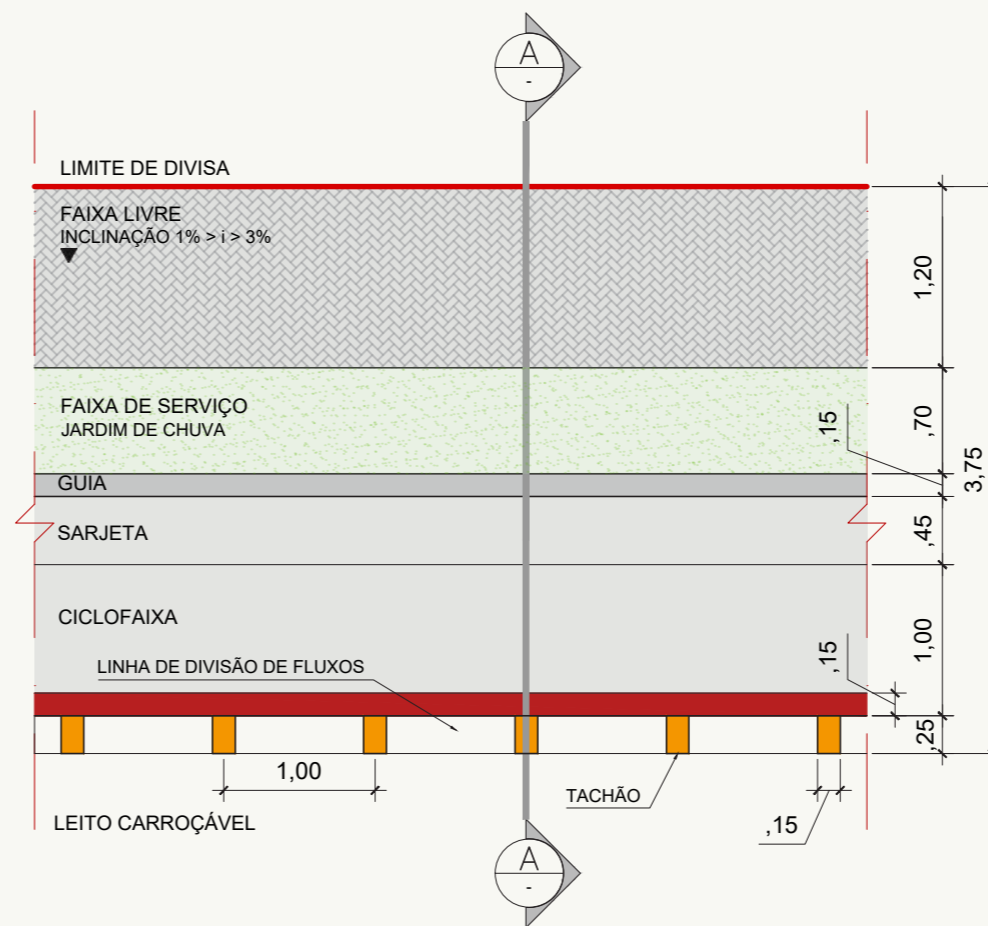




DETALHAMENTO CICLOFAIXA BIDIRECIONAL

VISTA SUPERIOR

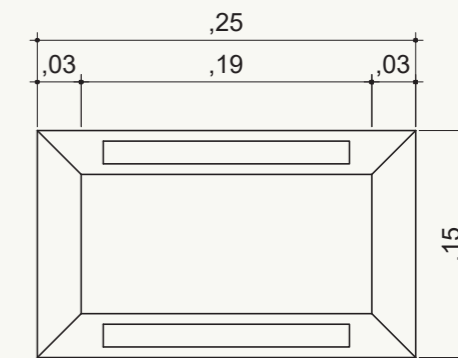
1:50



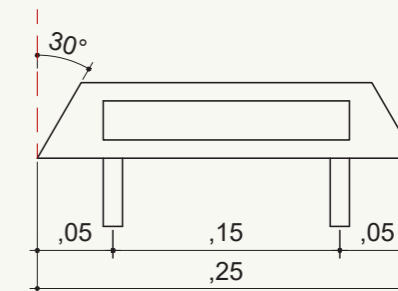
DETALHAMENTO CICLOFAIXA UNIDIRECIONAL

VISTA SUPERIOR

1:50



VISTA SUPERIOR

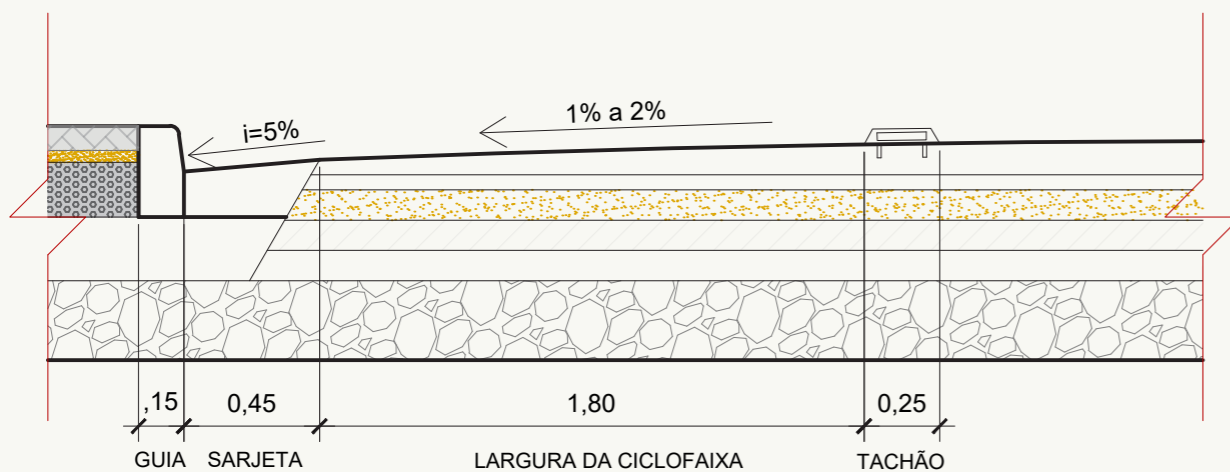


VISTA FRONTAL

DET. TACHÃO

VISTAS

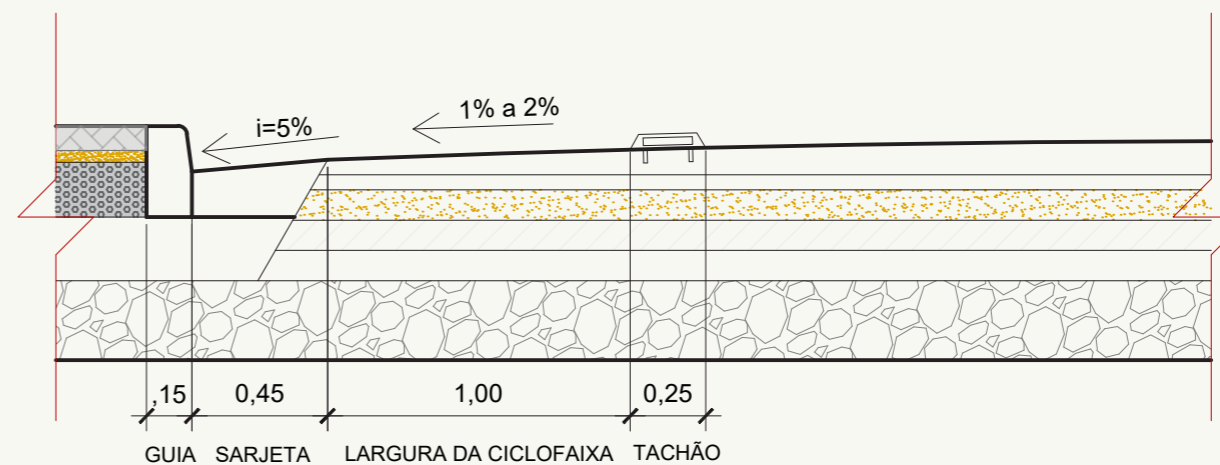
1:50



DETALHAMENTO CICLOFAIXA BIDIRECIONAL

CORTE AA

1:25



DETALHAMENTO CICLOFAIXA UNIDIRECIONAL

CORTE AA

1:25



SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO

Coordenadoria de Planejamento Habitacional

BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração**BDI ADOADO:** até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I									
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL	
1 EIXO: MOBILIDADE - TIPOLOGIA: CICLOVIÁRIO - TIPOLOGIA APLICADA: CICLOFAIXA									
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$	-
CDHU	5401410	-	Varrição de pavimento para recapeamento	M2	-	-	-	R\$ -	
1.2 DIVISÃO VIÁRIA								R\$	-
CDHU	7006020	-	Tachão tipo I bidirecional refletivo	UN	-	-	-	R\$ -	
OU									
CDHU	7006021	-	Tachão tipo I monodirecional refletivo	UN	-	-	-	R\$ -	
1.3 PINTURA HORIZONTAL (FAIXA DE DIVISÃO DE VIAS AMARELA E VERMELHA)								R\$	-
CDHU	7002010	-	Sinalização horizontal com tinta vinílica ou acrílica	M2	-	-	-	R\$ -	
TOTAL s/ BDI								R\$	-
BDI adotado: 25,00%								R\$	-
VALOR TOTAL C/ BDI								R\$	-

Nota:

A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha "Ciclofaixa" deste Caderno de Tipologias.

Os códigos facilitam o preenchimento da planilha na data da aplicação da tipologia, mantendo assim seu custo sempre atualizado.

Eixo - Mobilidade - Cicloviário - Ciclofaixa

Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade



EIXO



MOBILIDADE

TIPOLOGIA

FAIXA ELEVADA



FAIXA ELEVADA

A travessia elevada, ou faixa elevada para pedestres, é um dispositivo físico de moderação de tráfego. Localizada transversalmente ao eixo da via, esta estrutura eleva a pista até o nível da calçada por meio de uma plataforma elevada com rampas de transição, proporcionando uma faixa segura para a travessia dos pedestres.

Localização Estratégica

As faixas elevadas podem ser instaladas em áreas de interesse cultural, como parques e museus, ou em instalações como escolas e unidades de saúde, promovendo uma melhor integração desses espaços. Esta solução é adequada para locais com tráfego de veículos moderado e sem problemas significativos de drenagem.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos

Fontes:

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. **Manual de sinalização urbana: dispositivos auxiliares**. 2020. Vol. 07. Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/media/1198926/msuol07dispauxtravelevrev02.pdf>. Acesso em: 30 out. 2023.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Resolução nº 738, de 06 de Setembro de 2018**. Estabelece os padrões e critérios para a instalação de travessia elevada para pedestres em vias públicas. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao7382018.pdf>. Acesso em: 27 out. 2023.

NACTO. **Guia global de desenho de ruas**. 2016. Disponível em: <https://globaldesigningcities.org/wp-content/uploads/guides/global-street-design-guide-pt.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.



Imagem: Milena Boni

Características Técnicas

A faixa elevada deve ser utilizada em conjunto com outras medidas que assegurem que os veículos se aproximem da travessia em uma velocidade segura, incluindo: o controle de velocidade por meio de equipamentos, alterações geométricas, redução da largura da via e implementação de trajetórias sinuosas.

A altura máxima recomendada para uma faixa elevada geralmente é de 15 centímetros. No entanto, este valor pode variar de acordo com o alinhamento existente do nível da calçada ou passeio.

É preferível que o material utilizado para a faixa elevada seja diferente do utilizado na pista. Nos desenhos técnicos há o detalhamento de dois materiais.

A largura recomendada para a plataforma da travessia elevada varia entre 5,0 m e 7,0 m.

Em áreas de estacionamento, especialmente em locais próximos a meios de quadra, é

recomendado avançar a calçada para manter os carros estacionados a uma distância segura da travessia, evitando interferências na visibilidade.

A faixa elevada deve ser instalada a uma distância mínima de 15 m do meio-fio da esquina, e a distância mínima entre faixas elevadas ou outras lombadas deve ser de 50 m.

As calçadas próximas que dão acesso às faixas elevadas devem estar em boas condições de uso, especialmente para pessoas com deficiência e com mobilidade reduzida.

Ganhos

- Promove o trânsito de pessoas com deficiência e com mobilidade reduzida;
- Promove segurança viária;
- Aumenta a visibilidade entre motoristas e pedestres;
- Estimula a caminhabilidade.

2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE



7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES





FAIXA ELEVADA

Possíveis Desafios

Drenagem: A faixa elevada deve garantir a drenagem superficial adequada. Caso contrário, seu uso não é recomendado.

Tipos de via: Por ser uma medida de moderação de tráfego, a faixa elevada não deve ser aplicada nas seguintes categorias de vias:

- Via arterial;
- Via com faixa ou pista exclusiva de ônibus;
- Via rural;

Trecho da via: Também é necessário evitar certos trechos específicos, como áreas em frente a guias rebaixadas para entrada e saída de veículos, entrada e saída de escolas, trechos em curvas ou locais com interferências visuais que possam prejudicar a visibilidade do dispositivo a distância.

Elementos existentes: A localização da faixa elevada deve considerar elementos urbanos existentes, como postes, árvores, bocas de lobo e lixeiras, de modo a garantir o bom desempenho urbano.

Etapas de Implementação

1. Demolição do pavimento asfáltico e da estrutura existente: É necessário realizar a fresagem do pavimento asfáltico para engastamento da travessia elevada, garantindo recortes com formato regular;
2. Projeto de drenagem: Na elaboração do projeto de drenagem, é recomendado o uso de grelhas de concreto armado.
3. Fabricação e montagem da forma: As formas devem ser confeccionadas em tábuas de madeira de boa qualidade, com espessura mínima de 25 mm;
4. Armação de estruturas de concreto armado: A armadura deve manter o cobrimento nominal mínimo recomendado pela Norma Brasileira ABNT NBR 6118 e pelo projeto estrutural,

evitando o contato direto com a fôrma. Para isso, é necessário utilizar afastadores de armadura, como clips plásticos ou pastilhas de argamassa.

5. Concretagem de radier, piso ou laje sobre o solo, fck 30 MPa, para espessura de 15 cm - lançamento, adensamento e acabamento: O concreto deve ser adequadamente adensado para eliminar bolsas de ar indesejáveis e garantir uma aderência perfeita entre os agregados e a matriz. Será realizada a concretagem das rampas e da plataforma.
6. Sinalização horizontal;
7. Sinalização vertical;
8. Acessibilidade;
9. Projeto de iluminação.

Manutenção e Gestão

A manutenção e gestão da Faixa Elevada são de responsabilidade da Companhia de Trânsito do município e incluem o reforço da pintura da faixa e a manutenção da sua sinalização.





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Faixa Elevada

3. Saúde e bem estar

3.4 Até 2030, reduzir em um terço a mortalidade prematura por doenças não transmissíveis via prevenção e tratamento, e promover a saúde mental e o bem-estar

3.d Reforçar a capacidade de todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, para o alerta precoce, redução de riscos e gerenciamento de riscos nacionais e globais de saúde

4. Educação de qualidade

4.7 Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável

4.a Construir e melhorar instalações físicas para educação, apropriadas para crianças e sensíveis às deficiências e ao gênero, e que proporcionem ambientes de aprendizagem seguros e não violentos, inclusivos e eficazes para todos

7. Energia limpa e acessível

7.a Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa

8. Trabalho decente e crescimento econômico

8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura

9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Faixa Elevada

10. Redução das desigualdades



10.2 Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.1 Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas

11.2 Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos

13. Ação contra a mudança global do clima

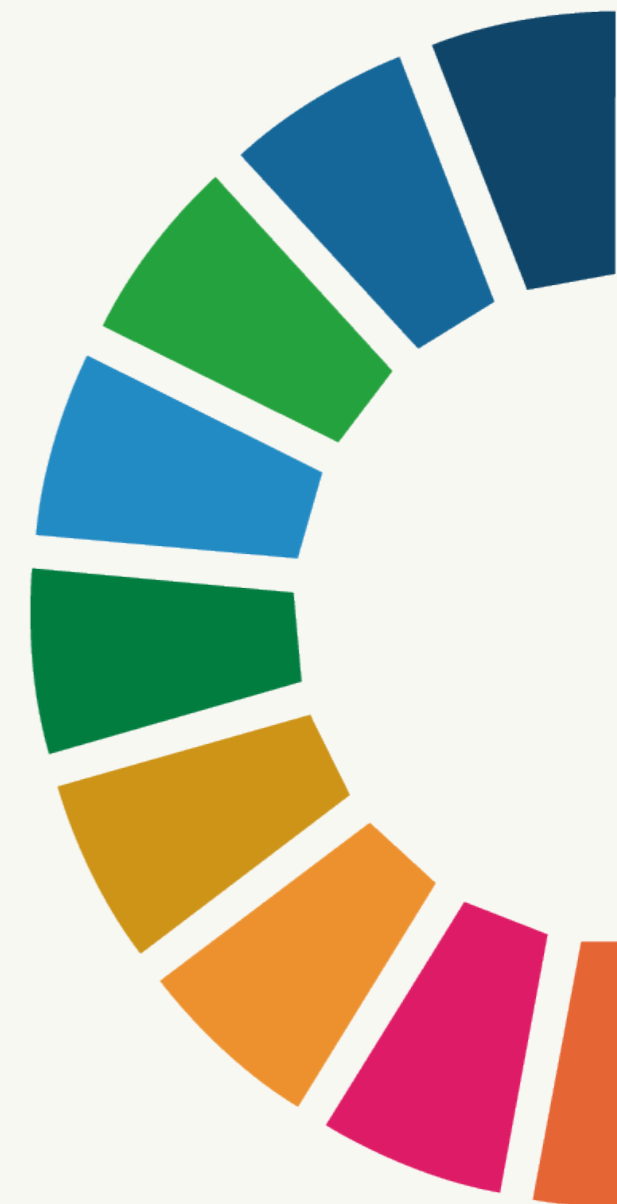


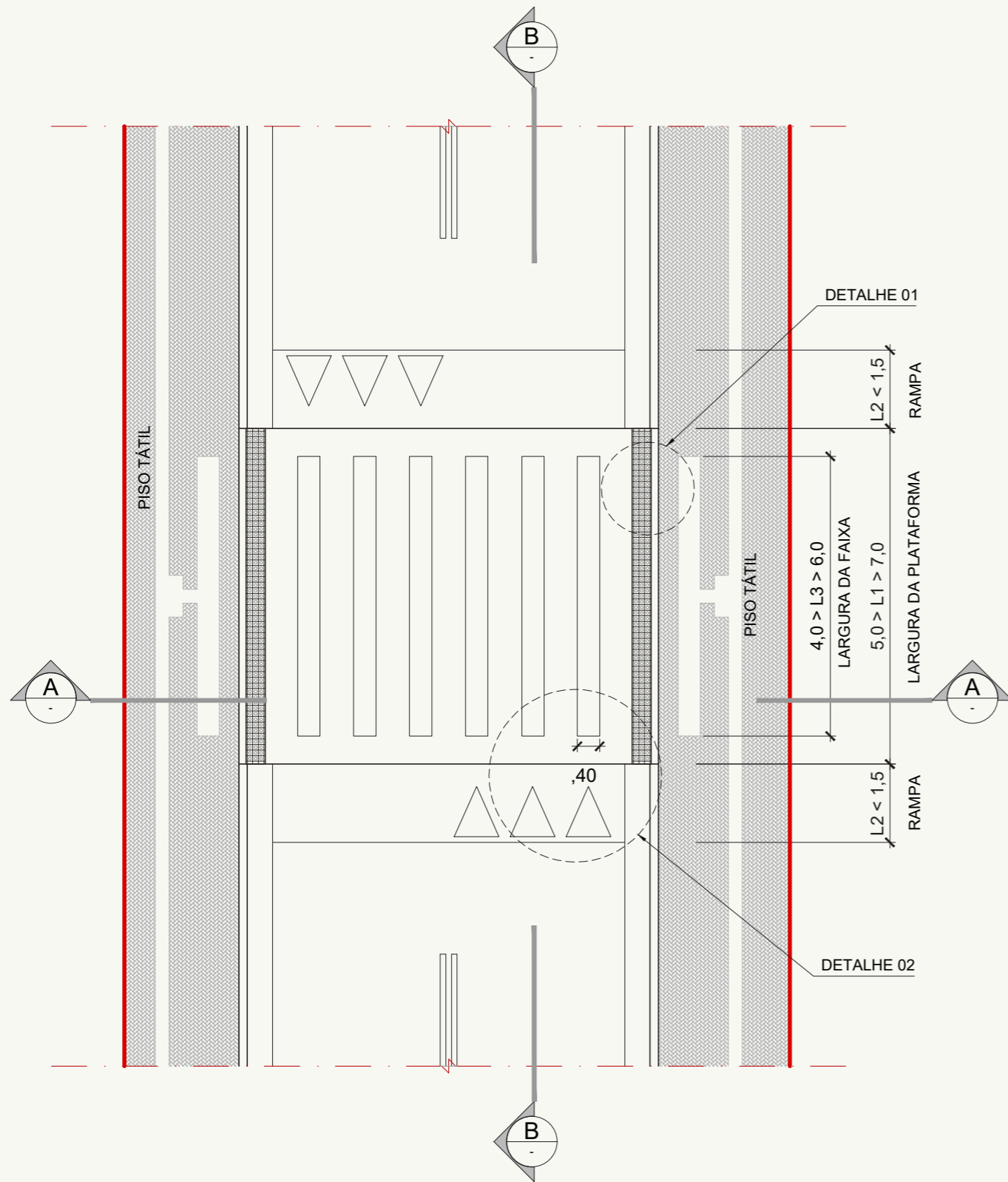
13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

16. Paz, Justiça e Instituições eficazes



16.1 Reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionada em todos os lugares

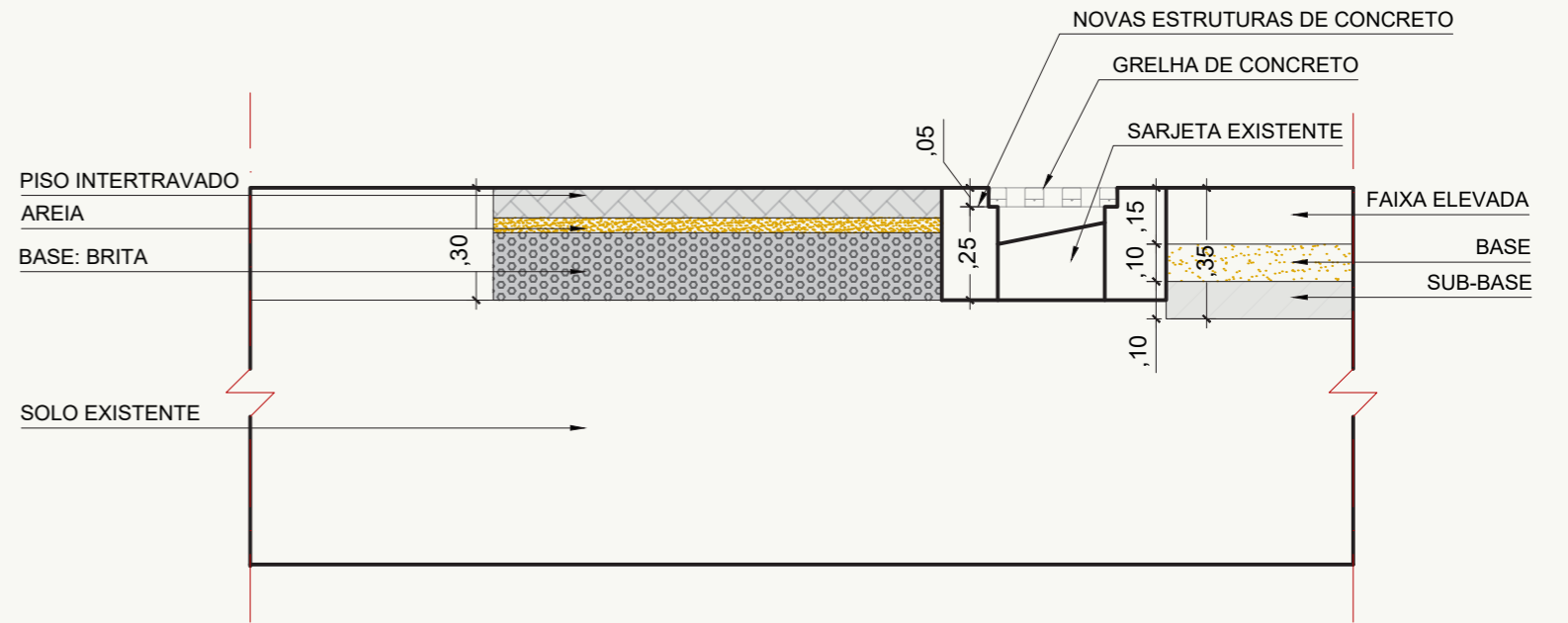




DETALHAMENTO FAIXA ELEVADA

ELEVAÇÃO SUPERIOR

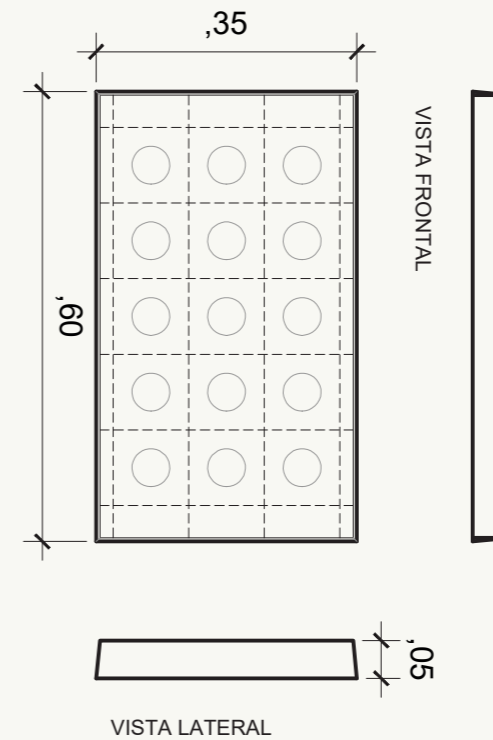
1:100



DETALHAMENTO DRENAGEM COM GRELHAS

CORTE AA

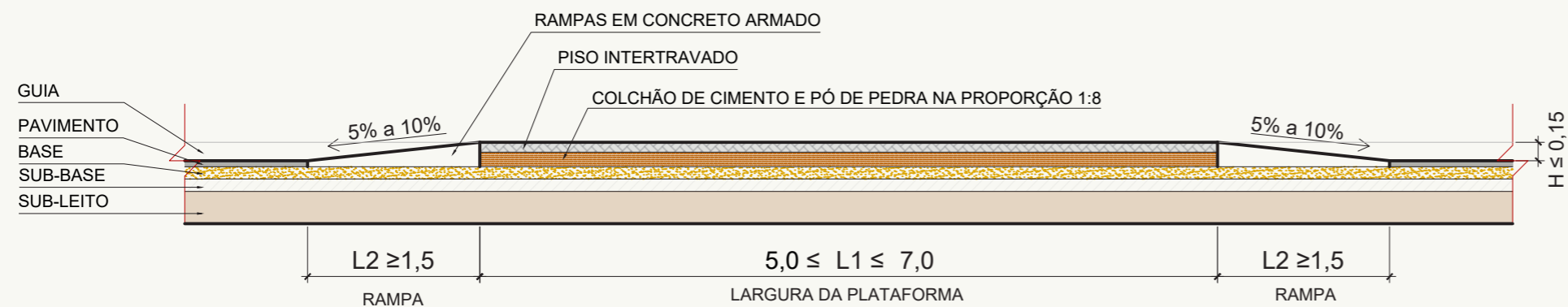
1:25



DETALHE 01 GRELHA DE CONCRETO

PLANTA

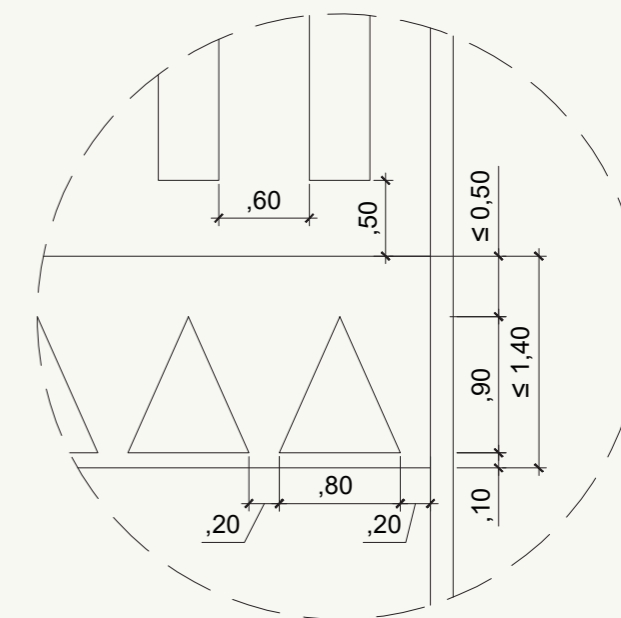
1:10



FAIXA ELEVADA C/ PAVIMENTO INTERTRAVADO

CORTE AA

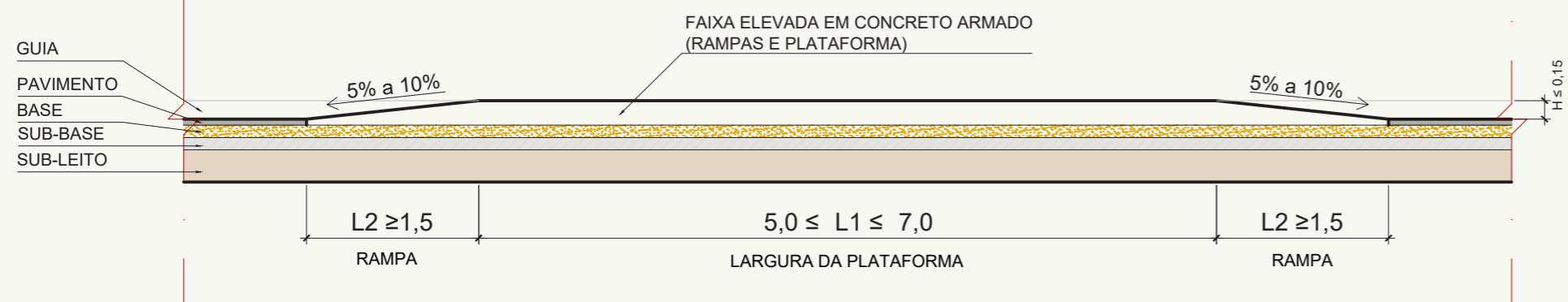
1:25



DETALHAMENTO 1 - SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

VISTA SUPERIOR

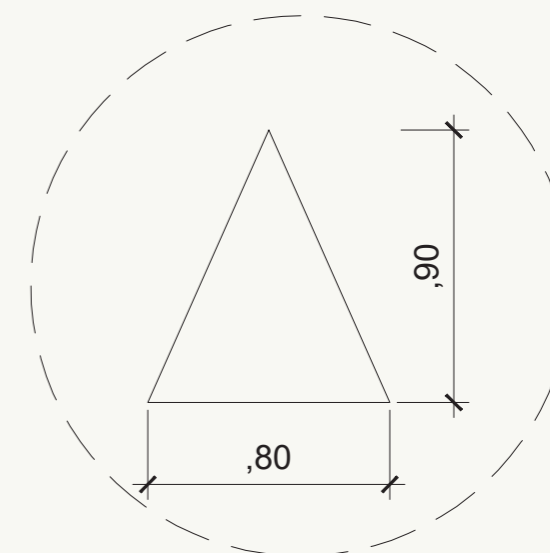
1:50



FAIXA ELEVADA C/ PAVIMENTO INTERTRAVADO

CORTE AA

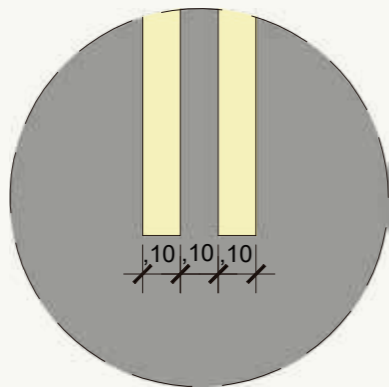
1:50



DETALHAMENTO 2 - SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

VISTA SUPERIOR

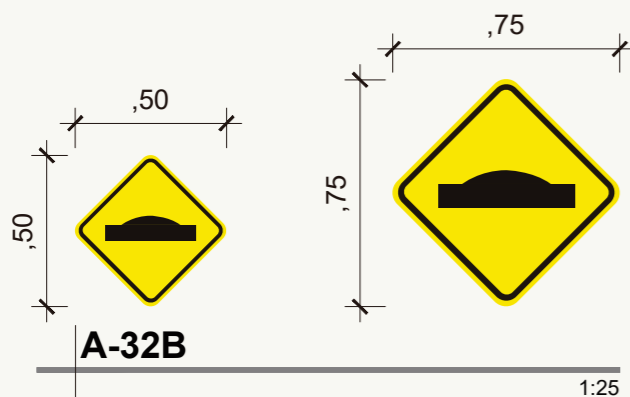
1:25



DETALHAMENTO 3 - LINHA DE DIVISÃO DE FLUXO

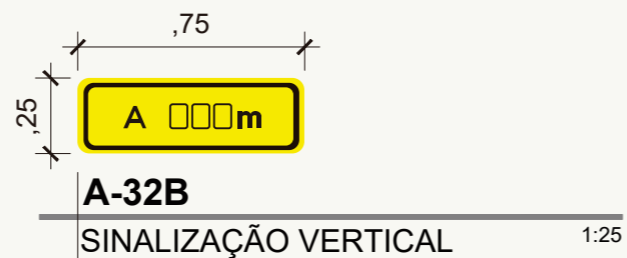
VISTA SUPERIOR

1:20



A-32B

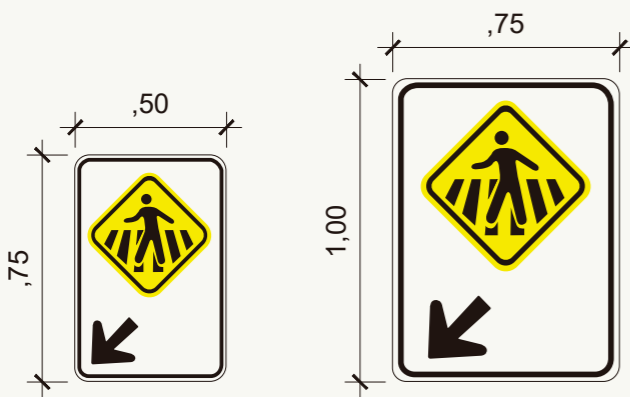
1:25



A-32B

SINALIZAÇÃO VERTICAL

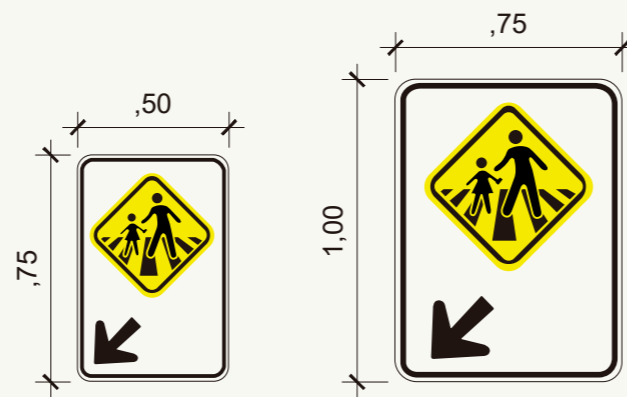
1:25



A-32B

SINALIZAÇÃO VERTICAL

1:25



A-33B

SINALIZAÇÃO VERTICAL

1:25



A-32B

SINALIZAÇÃO VERTICAL

1:25

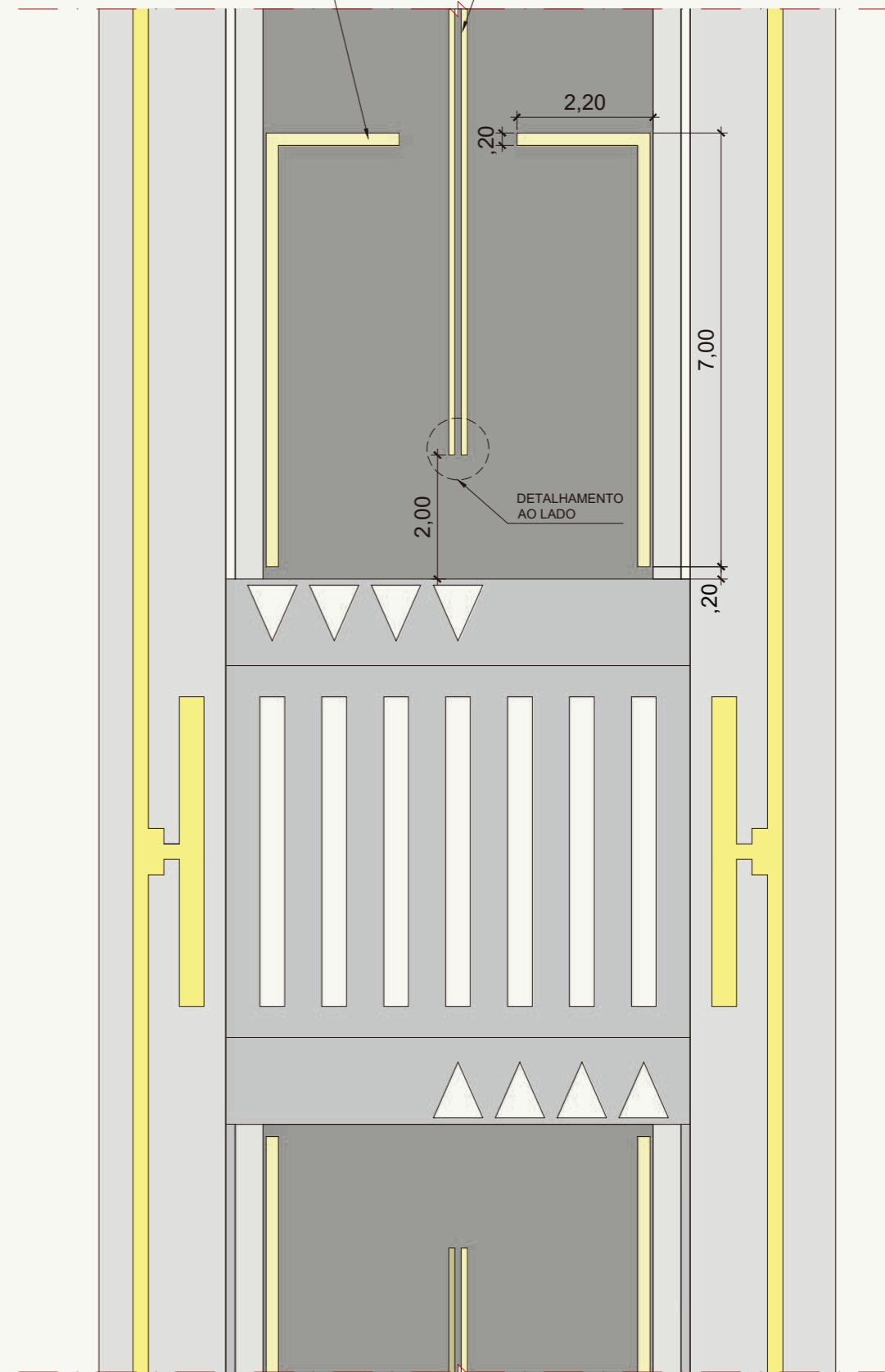


A-33B

SINALIZAÇÃO VERTICAL

1:25

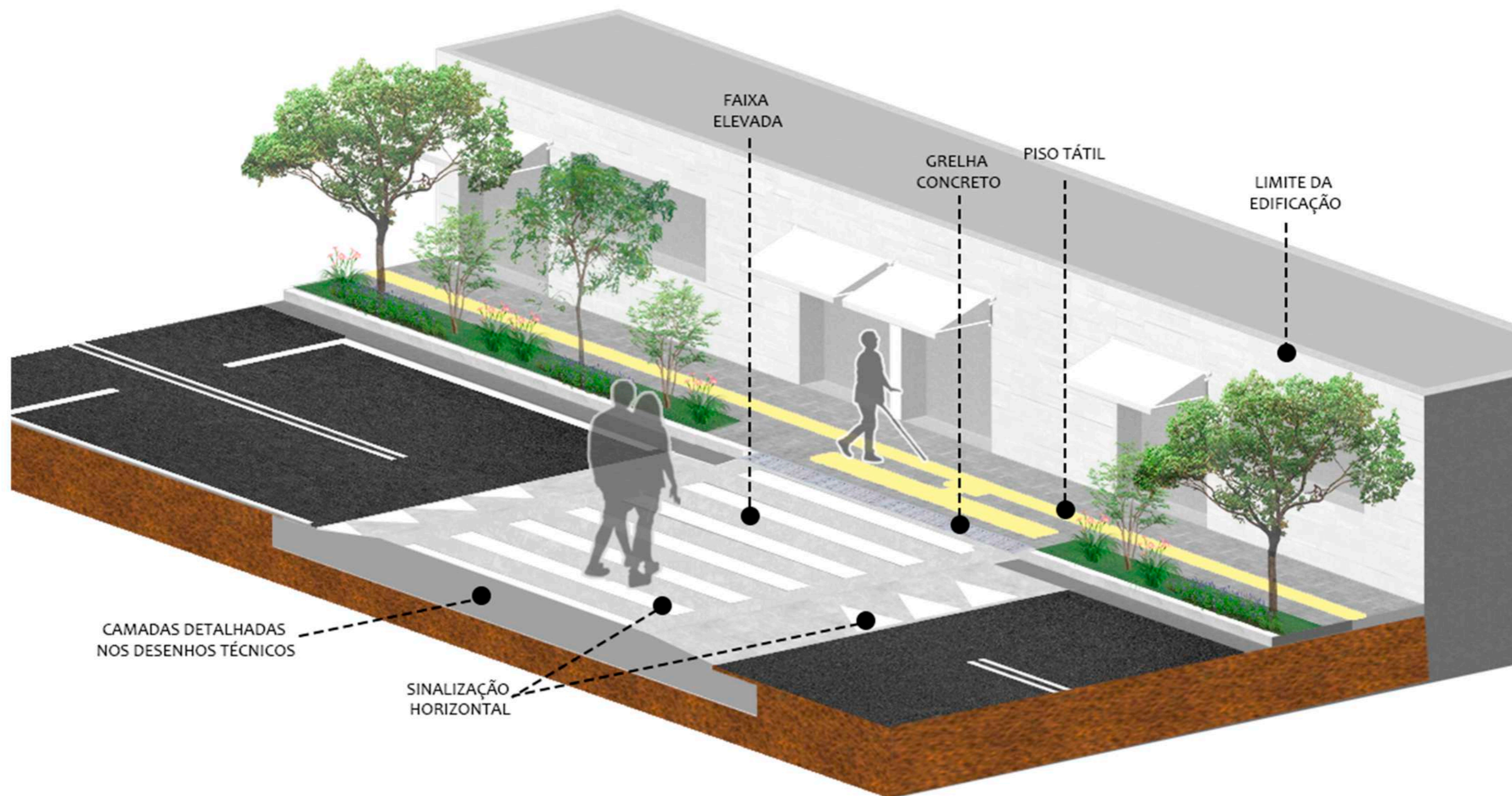
LINHA DE INDICAÇÃO DE PROIBIÇÃO DE ESTACIONAMENTO LINHA DE DIVISÃO DE FLUXO



DETALHAMENTO SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

VISTA SUPERIOR

1:100



PERSPECTIVA FAIXA ELEVADA

SEM ESCALA



BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I

BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL
1 EIXO: MOBILIDADE - TIPOLOGIA: FAIXA ELEVADA (BLOCO INTERTRAVADO)								
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$ -
CDHU	307050	-	Fresagem de pavimento asfáltico com espessura até 5 cm, inclusive carregamento, transporte até 1 quilômetro e descarregamento	M2	-	-	-	-
CDHU	440010	-	Retirada manual de guia pré-moldada, inclusive limpeza, carregamento, transporte até 1 quilômetro e descarregamento	M	-	-	-	-
1.2 ESTRUTURA DE CONCRETO PARA GRELHA								R\$ -
CDHU	901020	-	Forma em madeira comum para fundação	M2	-	-	-	-
CDHU	1101130	-	Concreto usinado, fck = 25 MPa	M3	-	-	-	-
CDHU	1116020	-	Lançamento, espalhamento e adensamento de concreto ou massa em lastro e/ou enchimento	M3	-	-	-	-
CDHU	4906190	-	Grelha pré-moldada em concreto, com furos redondos, 79,5 x 24,5 x 8 cm	UN	-	-	-	-
1.3 RAMPAS LATERAIS EM CONCRETO								R\$ -
CDHU	1101130	-	Concreto usinado, fck = 25 MPa	M3	-	-	-	-
CDHU	1116020	-	Lançamento, espalhamento e adensamento de concreto ou massa em lastro e/ou enchimento	M3	-	-	-	-
CDHU	1002020	-	Armadura em tela soldada de aço	KG	-	-	-	-
1.4 BASE PLATAFORMA EM PISO INTERTRAVADO								R\$ -
		-	Colchão de cimento e pó de pedra na proporção 1:8	#N/D	-	-	-	-
CDHU	5404350	-	Pavimentação em lajota de concreto 35 MPa, espessura 8 cm, tipos: raquete, retangular, sextavado e 16 faces, com rejunte em areia	M2	-	-	-	-
1.5 SINALIZAÇÃO VIÁRIA HORIZONTAL / VERTICAL								R\$ -
CDHU	7002010	-	Sinalização horizontal com tinta vinílica ou acrílica	M2	-	-	-	-
CDHU	7003001	-	Placa para sinalização viária em chapa de aço, totalmente refletiva com película IA/IA - área até 2,0 m²	M2	-	-	-	-
CDHU	7004001	-	Coluna simples (PP), diâmetro de 2 1/2' e comprimento de 3,6 m	UN	-	-	-	-
CDHU	3004030	-	Piso em ladrilho hidráulico podotátil várias cores (25x25cm), assentado com argamassa mista	M2	-	-	-	-
1 EIXO: MOBILIDADE - TIPOLOGIA: FAIXA ELEVADA (CONCRETO)								
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES								R\$ -
CDHU	307050	-	Fresagem de pavimento asfáltico com espessura até 5 cm, inclusive carregamento, transporte até 1 quilômetro e descarregamento	M2	-	-	-	-
CDHU	440010	-	Retirada manual de guia pré-moldada, inclusive limpeza, carregamento, transporte até 1 quilômetro e descarregamento	M	-	-	-	-
1.2 ESTRUTURA DE CONCRETO PARA GRELHA								R\$ -
CDHU	901020	-	Forma em madeira comum para fundação	M2	-	-	-	-
CDHU	1101130	-	Concreto usinado, fck = 25 MPa	M3	-	-	-	-
CDHU	1116020	-	Lançamento, espalhamento e adensamento de concreto ou massa em lastro e/ou enchimento	M3	-	-	-	-
CDHU	4906190	-	Grelha pré-moldada em concreto, com furos redondos, 79,5 x 24,5 x 8 cm	UN	-	-	-	-
1.3 RAMPAS E BASE DA PLATAFORMA EM CONCRETO								R\$ -
CDHU	1101130	-	Concreto usinado, fck = 25 MPa	M3	-	-	-	-
CDHU	901020	-	Forma em madeira comum para fundação	M2	-	-	-	-
CDHU	1116020	-	Lançamento, espalhamento e adensamento de concreto ou massa em lastro e/ou enchimento	M3	-	-	-	-
CDHU	1002020	-	Armadura em tela soldada de aço	KG	-	-	-	-
1.5 SINALIZAÇÃO VIÁRIA HORIZONTAL / VERTICAL								R\$ -
CDHU	7002010	-	Sinalização horizontal com tinta vinílica ou acrílica	M2	-	-	-	-
CDHU	7003001	-	Placa para sinalização viária em chapa de aço, totalmente refletiva com película IA/IA - área até 2,0 m²	M2	-	-	-	-
CDHU	7004001	-	Coluna simples (PP), diâmetro de 2 1/2' e comprimento de 3,6 m	UN	-	-	-	-
CDHU	3004030	-	Piso em ladrilho hidráulico podotátil várias cores (25x25cm), assentado com argamassa mista	M2	-	-	-	-
TOTAL s/ BDI								R\$ -
BDI adotado: 25,00%								R\$ -
VALOR TOTAL C/ BDI								R\$ -

Nota:

O item de colchão de cimento e pó de pedra consta no desenho técnico do caderno apresentado. Entretanto, tal item não está relacionado no boletim CDHU/SINAPI (fonte de pesquisa utilizada por esta CPH).

A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha "Faixa Elevada" deste Caderno de Tipologias.

Os códigos facilitam o preenchimento da planilha na data da aplicação da tipologia, mantendo assim seu custo sempre atualizado.

Eixo - Mobilidade - Faixa Elevada

Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade



EIXO



PAVIMENTAÇÃO DE VIAS

TIPOLOGIA

ASFALTO ECOLÓGICO



ASFALTO ECOLÓGICO

O asfalto ecológico é uma solução sustentável que incorpora pó de borracha proveniente da trituração de pneus inservíveis ao ligante asfáltico. Essa prática oferece amplas vantagens ambientais, econômicas, de saúde pública e segurança, ao promover a reciclagem de pneus e reduzir a necessidade de manutenção.

Além disso, ajuda a facilitar o cumprimento da logística reversa de pneus estabelecida pela Resolução CONAMA 416/2009. Considerando que os pneus levam cerca de 600 anos para se decompor e o Brasil produz 90 milhões de unidades anualmente, essa iniciativa é crucial. O incentivo fiscal, como a isenção de ICMS conforme o Decreto 66.387 de 28 de dezembro de 2021, artigo 175, no Estado de São Paulo, também apoia a adoção desse tipo de asfalto.

Localização Estratégica

Recomendado para recapeamento de vias asfaltadas já existentes, o asfalto ecológico pode não ser a escolha ideal em termos de drenagem, tornando-o menos adequado para a construção de novas vias.

Fontes:

ASSIS, Deisy. **Concessionárias de estrada investem em asfalto ecológico até 40% mais durável.** FECOMERCIO, 2017. Disponível em: <https://www.fecomercio.com.br/noticia/concessionarias-de-estradas-investem-em-asfalto-ecologico-ate-40-mais-duravel>. Acesso em 01 abr. 2024.

As vantagens do asfalto ecológico. Pensamento Verde, 2013. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/sustentabilidade/as-vantagens-do-asfalto-ecologico>. Acesso em: 04 mar. 2024.

Ecovia investe em asfalto seguro, resistente e ecologicamente sustentável. Ecovia, 2020. Disponível em: <https://www.ecovia.com.br/noticias/obras-na-br-277/ecovia-investe-em-asfalto-seguro-resistente-e-ecologicamente-sustentavel-203720>. Acesso em: 04 fev. 2024.



Imagem: FBS Construtora

Características Técnicas

O asfalto ecológico é um cimento asfáltico modificado a partir da trituração de pneus inservíveis e misturado a outros aditivos. A experiência das grandes concessionárias de asfalto tem revelado resultados promissores em áreas de tráfego intenso e baixas velocidades, destacando-se pela resistência a afundamentos nas trilhas de rodas e escorregamentos de massa. Além disso, observou-se uma significativa redução na propagação de trincas, chegando a ser até 5 vezes menor. Esses resultados ressaltam a vantagem da durabilidade dos projetos que adotam o asfalto ecológico, mesmo considerando o investimento inicial, que atualmente é cerca de 15% superior ao do asfalto convencional.

O asfalto ecológico pode aumentar a durabilidade do pavimento em até 40%, oferecendo uma alternativa sustentável para reduzir a degradação ambiental por meio da reciclagem. Além disso, ele proporciona uma aderência superior em comparação com outros tipos de asfalto, contribuindo para a diminuição de acidentes e do uso de sprays aderentes (produtos usados na superfície dos pneus para melhorar a aderência ao pavimento, podendo aumentar a tração e reduzir o risco de derrapagem, especialmente em condições de pista molhada.

O asfalto ecológico deve ser do tipo AB-8, contendo pelo menos 15% de borracha moída de pneus inservíveis, o que equivale a pelo menos 150 quilos de borracha por tonelada de asfalto. Para cada quilômetro de asfalto ecológico, estima-se que sejam utilizados de 600 a 1000 pneus. A queima de uma tonelada de pneus emite aproximadamente 2,56 toneladas de gás carbônico (CO₂). Com o reuso de 11 mil pneus, o equivalente a uma tonelada de asfalto, podemos afirmar que deixamos de emitir 28 toneladas de gás carbônico (CO₂) na atmosfera.

Ganhos

- Economia, pois apresenta durabilidade 40% superior;
- Maior resistência;
- Menor custo de manutenção;
- Maior aderência, consequentemente, estradas mais seguras;
- Menos uso de derivados de petróleo;
- Menor nível de ruídos;
- Reduz em cinco vezes a incidência de trincas;
- Reduz 40% da temperatura, evitando emissões cancerígenas;
- Reduz emissão de gás carbônico (CO₂) na atmosfera.

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA



2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



3 SAÚDE E BEM-ESTAR



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



14 VIDA NA ÁGUA



16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES



17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO





ASFALTO ECOLÓGICO

Possíveis Desafios

Custo inicial superior: considerando o investimento inicial, que atualmente é cerca de 15% superior ao do asfalto convencional, ao avaliar o custo a longo prazo, o asfalto ecológico demonstra uma baixa necessidade de manutenção, resultando em um custo total significativamente menor em comparação ao asfalto convencional. O asfalto convencional pode ser até 35% mais caro a longo prazo, devido aos custos adicionais de manutenção necessários;

Matéria-prima: a obtenção dos materiais necessários pode exigir uma infraestrutura específica para coleta, triagem e processamento desses materiais;

Localização das usinas: as usinas de produção de asfalto precisam estar localizadas relativamente próximas aos locais de aplicação para minimizar custos de transporte e logística.

Fontes:

FRANÇA, M. D. N. **Asfalto-Borracha: Uso do Asfalto-Borracha no Brasil.** 2023. Artigo (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Potiguar, Natal.

Pavimento antiinchente. Escola Politécnica da USP. Disponível em: <https://www.poli.usp.br/noticias/829-pavimento-antiinchente.html>. Acesso em: 04 mar. 2024.

RODRIGUES, B. S. e PAES, H. V. **Análise do asfalto borracha na pavimentação no Brasil: uma revisão de literatura.** Universidade Mackenzie, São Paulo, 2021.

SOUZA, I. N. R. T.; MATA, M. S. S.; GUEDES, R. O. **Análise da utilização do asfalto borracha na pavimentação como uma solução técnica e sustentável.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, ano 06, Ed. 12, v. 04, p. 05-19, dez. 2021. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/asfalto-borracha>. Acesso em: 04 mar. 2024.

VALENTE, K. L. C. **Análise de viabilidade baseada nos conceitos do triple bottom line do uso de asfalto ecológico com adição de borracha de pneus inservíveis em substituição do asfalto convencional: o caso do polo rodoviário de pelotas/RS.** 2022. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

Etapas de Implementação

Para os serviços de recapeamento ou novas pavimentações, é imprescindível observar todas as instruções de execução (IE), as especificações técnicas e as diretrizes de projeto para hidráulica e drenagem urbana. A Prefeitura tem a prerrogativa de utilizar as especificações técnicas de órgãos estaduais e federais, conforme estabelecido pela ABNT NBR 15529 de 10/2007, inclusive no que diz respeito à especificação de equipamentos a serem empregados. As instruções e especificações são fundamentais para assegurar a qualidade e durabilidade da pavimentação, exemplificadas por:

1) Instruções de execução (IE):

- IE-01/2004: preparo do subleito do pavimento;
- IE-02/2004: reforço do subleito com solo selecionado;
- IE-03/2009: camadas de concreto asfáltico usinado a quente;
- IE-05/2010: camadas de concreto asfáltico com asfalto borracha;
- IE-07/2010: camadas de concreto asfáltico reciclado a quente em usina;

Manutenção e Gestão

A principal patologia que representa o maior percentual de ocorrência na pavimentação é o trincamento. Esta patologia está diretamente ligada ao envelhecimento do pavimento e à diminuição de sua flexibilidade. A principal intervenção para solucionar defeitos comuns, como abaulamentos e trincamentos, é a reparação localizada. Nesse processo, o revestimento asfáltico é removido de maneira pontual (ou mesmo em grandes extensões) por meio de fresagem. Em seguida, o revestimento é reconstituído com uma nova mistura asfáltica devidamente compactada.

Anualmente deve-se atender aos seguintes parâmetros definidos:

- Ausência de desnível entre faixas de tráfego contíguas;

- IE-08/2013: camadas de concreto asfáltico modificado por polímeros;
- 2) Especificações Técnicas de Serviço (ETS):
 - ETS 003/2013 - pavimentos permeáveis com revestimento asfáltico poroso - CPA (Camada Porosa de Atrito);
- 3) Especificações de Serviço (ESP):
 - ESP-08/92: tratamento superficial simples;
 - ESP-09/92: imprimizações betuminosas;
 - ESP-10/92: camadas de pré-misturado a quente;
 - DH-H07: diretrizes de projeto para drenagem superficial.

Para os serviços provenientes da Tabela de Preços Unitários do Departamento de Estradas e Rodagem (DER) da SEMIL do Estado de São Paulo, é imprescindível seguir as especificações técnicas delineadas no termo de referência. Isso inclui, entre outros detalhes, orientações sobre os equipamentos a serem utilizados, como exemplificado abaixo:

- ET-DE-P00/038: Fresagem de pavimento asfáltico;
- ET-DE-P00/023: Microrevestimento asfáltico a frio;
- Pavimento permeável (PoliUSP).

- Desnível entre a faixa de tráfego e o acostamento inferior a 2,5 cm;
- Flechas nas trilhas de roda, medidas sob corda de 1,20 m, inferiores a 7 mm;
- Irregularidade longitudinal máxima: 2,7 m/km em 100% da rodovia;
- Ausência de áreas afetadas por trincas interligadas de classe 3;
- Percentagem de área trincada (TR) máxima: 15% em 100% da rodovia;
- Deflexão Característica (Dc) máxima de 0,5 mm.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Asfalto Ecológico

1. Erradicação da pobreza



1.5 Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais

2. Fome zero e agricultura sustentável



2.4 Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo

3. Saúde e bem estar



3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo

3.d Reforçar a capacidade de todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, para o alerta precoce, redução de riscos e gerenciamento de riscos nacionais e globais de saúde

6. Água potável e saneamento



6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

7. Energia limpa e acessível



7.a Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Asfalto Ecológico

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.1 Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas

11.2 Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos

11.7 Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

12. Consumo e produção responsáveis



12.5 Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso

12.7 Promover práticas de compras públicas sustentáveis, de acordo com as políticas e prioridades nacionais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água



14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

16. Paz, Justiça e Instituições eficazes



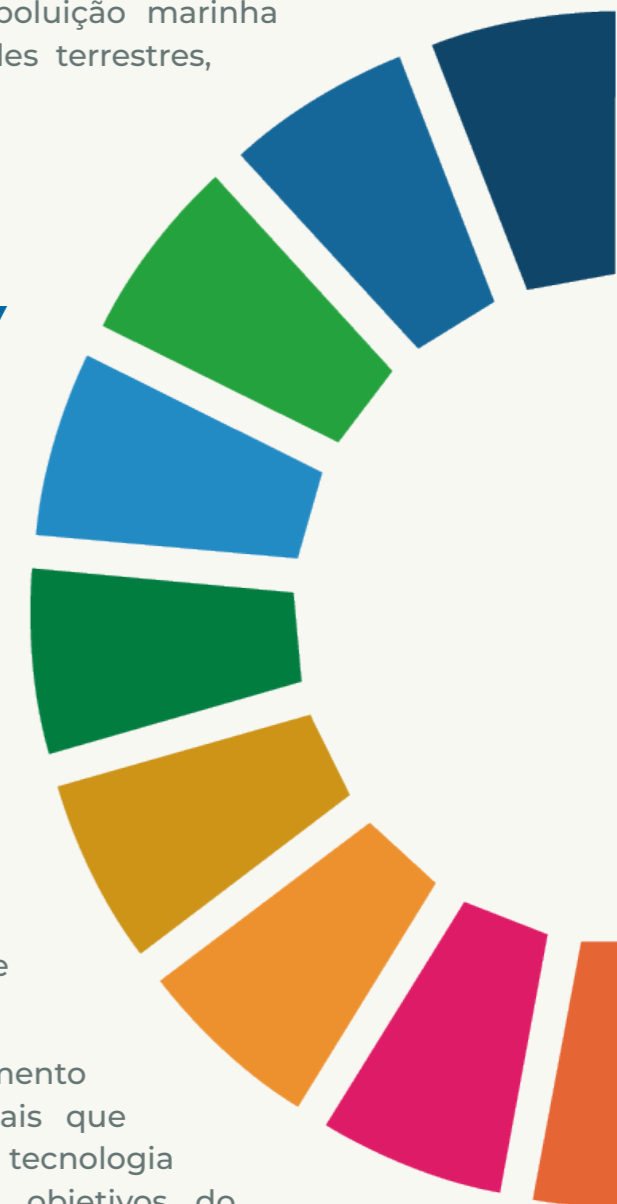
16.1 Reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionada em todos os lugares

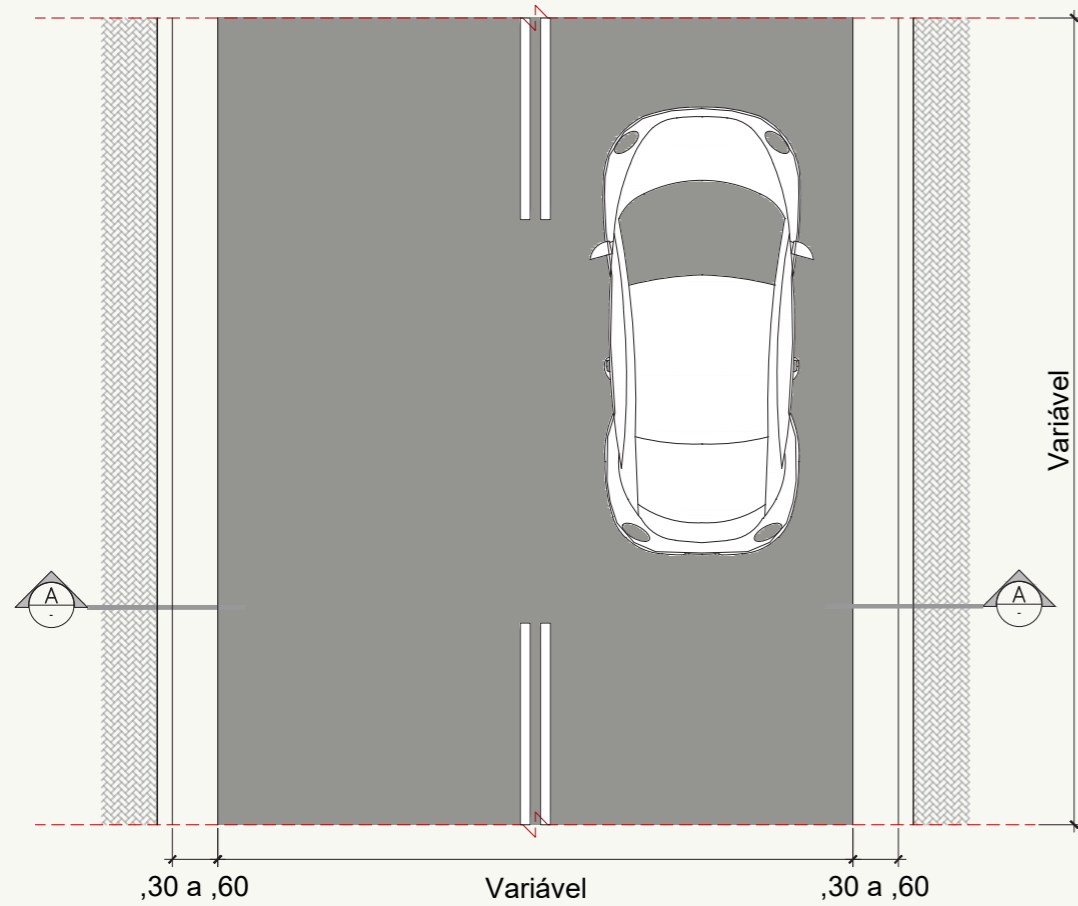
17. Parcerias e meios de implementação



17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado

17.16 Reforçar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, complementada por parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem conhecimento, expertise, tecnologia e recursos financeiros, para apoiar a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento

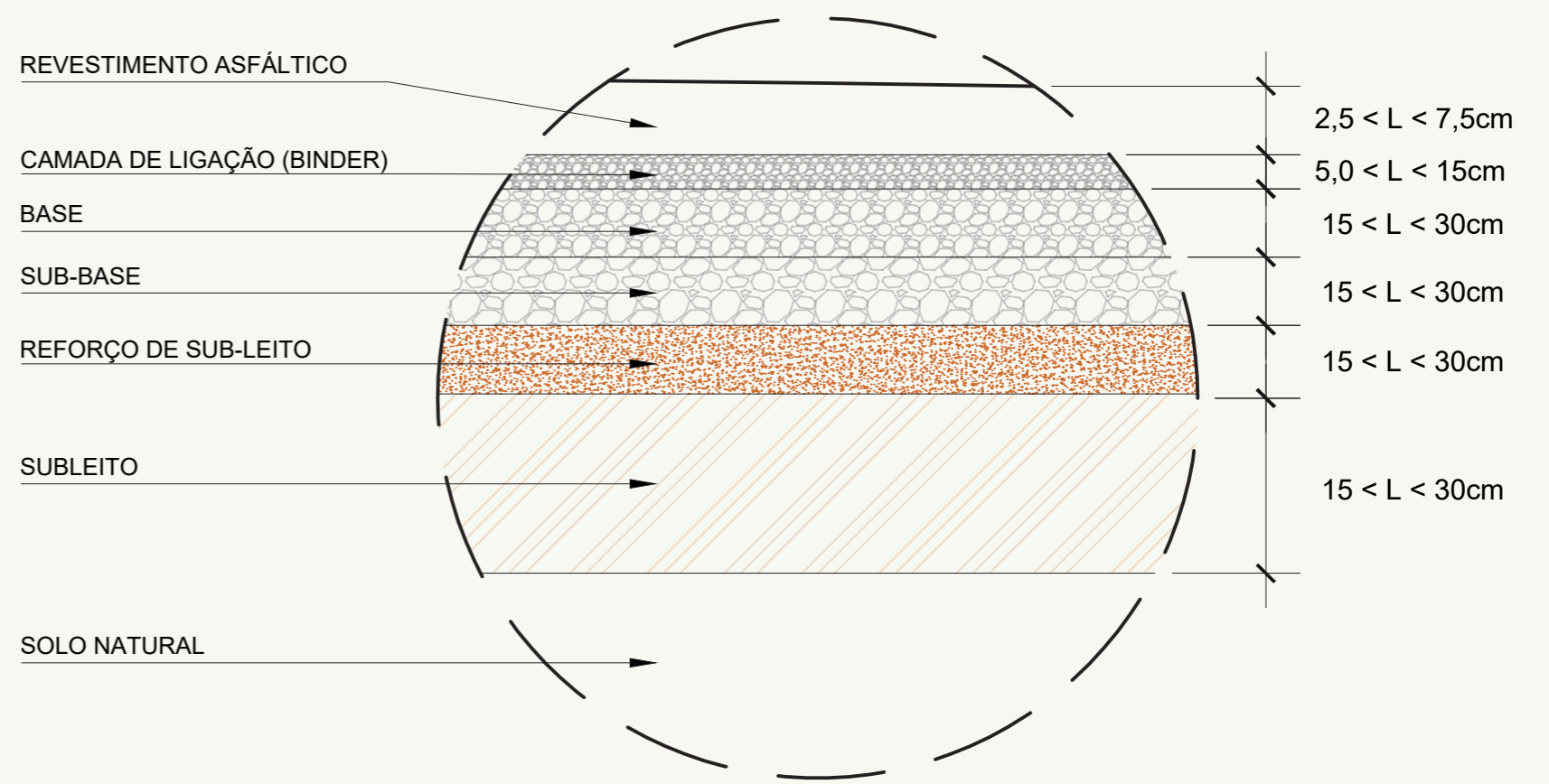




ASFALTO ECOLÓGICO - VIA PAVIMENTADA

VISTA SUPERIOR

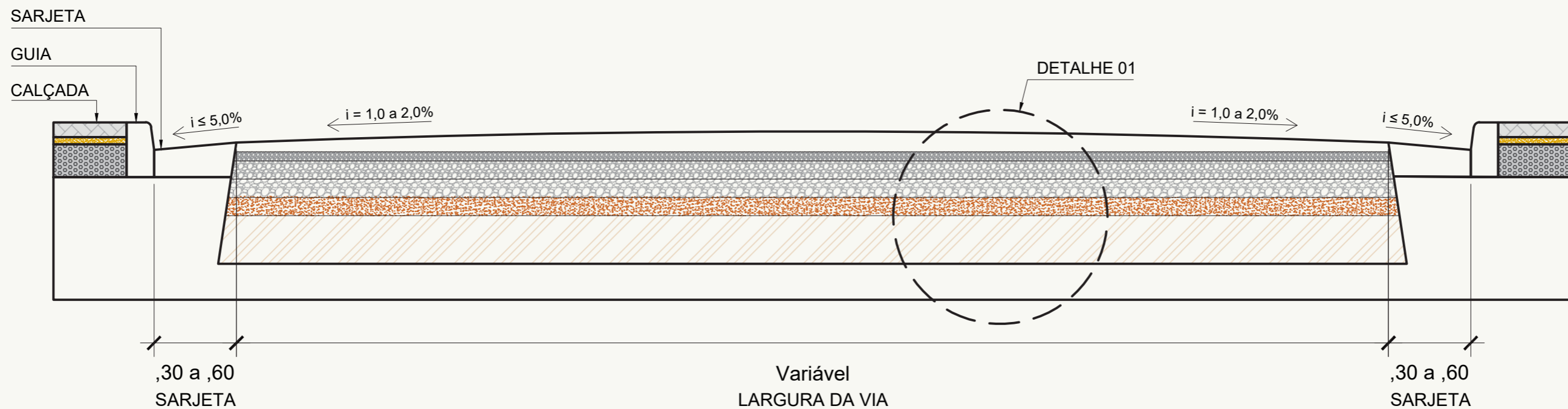
1:75



DETALHE 01 - CAMADAS ASFALTO ECOLÓGICO

CORTE AA

1:10



CAMADAS ASFALTO ECOLÓGICO

CORTE AA

1:25



EIXO



PAVIMENTAÇÃO DE VIAS

TIPOLOGIA

**ESTABILIZADOR
GEOCÉLULA**



ESTABILIZADOR GEOCÉLULA

O estabilizador de geocélulas é um geossintético formado por faixas sobrepostas de polietileno de alta densidade extrudado e unidas por soldagem em intervalos não contínuos, resultando em um painel tridimensional de células adjacentes, semelhante a uma colmeia. Os painéis são entregues fechados, com as tiras empilhadas uma sobre a outra, e são abertos para a instalação.

Essa tecnologia é reciclável e a gramatura escolhida é determinada pela carga e pelo tráfego da via. Está disponível no mercado com superfície lisa ou texturizada, e pode ser encontrada com ou sem perfurações nas paredes/tiras que constituem as células dos painéis.

Localização Estratégica

Podem ser aplicados para estabilizar solos em estradas, caminhos com tráfego pesado, taludes e canais, ao mesmo tempo em que asseguram a permeabilidade do solo.

Fontes:

DUPONT. Dupont Plantex. Disponível em: <https://www.dupont.co.uk/products/plantex-groundgrid.html>. Acesso em: 04 mar. 2024.

DUPONT. Dupont Plantex Groundgrid – A cost-effective solution for stabilizing drainage areas. Disponível em: <https://www.landscapediscount.net/images/DuPont-GroundGrid-Installation-Guide.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2024.

Geogrupo Engenharia Geotecnia Ambiental Ltda. Geossintéticos – Strataweb. Disponível em: https://www.geosolucoes.com/_filesugd/1664f4_3954d903cb3d4528a67d2262e847fc88.pdf. Acesso em: 04 mar. 2024.

Geogrupo Engenharia Geotecnia Ambiental Ltda. Uso de geocélulas em obras de engenharia. 2015. São Paulo. Disponível em: https://www.geosolucoes.com/_files/ugd/1664f4_d223547cc03a4e3180ca1593b31905e8.pdf. Acesso em: 11 abr. 2024.



Imagem: Lilian Hengleng

Características Técnicas

A definição das geocélulas para uso em pavimentação de vias deve ser feita por técnicos especializados com base no estudo do local de implantação em conjunto com a apreensão das características da via e compreensão dos produtos disponíveis no mercado, adequando-as de maneira mais eficiente. As características da geocélula que influenciam diretamente a capacidade de carga do sistema são: a forma, as dimensões, a quantidade de células, a geometria do reforço e o material de composição da célula (resistência/rigidez). Já com relação ao local de aplicação, algumas das variáveis que afetam o desempenho e a instalação da geocélula são: a inclinação, qualidade e a estabilidade do solo de apoio, o material de preenchimento pretendido, as precipitações pluviais e condições para irrigação e as características hidráulicas do fluxo da água subterrânea.

Para o preenchimento dos painéis, podem ser utilizados os seguintes materiais:

- Solo e vegetação;
- Areia e material granular;
- Cascalho (diâmetro máximo 760 mm).
- Pedra britada

As geocélulas são geralmente feitas de:

- **Polietileno de Alta Densidade (PEAD):** é o material mais comum devido à sua durabilidade, resistência a UV, flexibilidade, e resistência química. A resistência à tração típica do PEAD é de 20 a 37 MPa.
- **Polipropileno (PP):** é utilizado em algumas aplicações que requerem maior resistência à abrasão e rigidez. A resistência à tração do polipropileno varia de 25 a 40 MPa.
- **Poliéster (PET):** é utilizado em aplicações onde é necessária uma resistência ainda maior. Este material tem uma resistência à tração que pode variar de 50 a 150 MPa, sendo mais utilizado em condições extremas ou para cargas muito altas.

Cada material oferece vantagens específicas, com o PEAD sendo o mais versátil para a maioria das aplicações, o PP fornecendo maior resistência à abrasão e rigidez, e o PET oferecendo a maior resistência mecânica e durabilidade em situações críticas.

O uso de manta geotêxtil pode ser necessário em situações onde o material de enchimento e o solo de apoio são distintos, ou quando o solo de apoio for mole ou saturado, evitando a migração de partículas finas, atentando-se à possibilidade de colmatação da manta.

As geocélulas estão disponíveis em uma variedade de tamanhos, dependendo da aplicação.

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA



2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



3 SAÚDE E BEM-ESTAR



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



14 VIDA NA ÁGUA



15 VIDA TERRESTRE



16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES



17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO





ESTABILIZADOR GEOCÉLULA

Possíveis Desafios

Adequação ao Solo e Condições Locais: É essencial realizar um estudo geotécnico detalhado para determinar a adequação e eficácia das geocélulas às condições locais e garantir que elas atendam aos requisitos de engenharia.

Uso de manta geotêxtil: possibilidade de colmatação da camada e consequente comprometimento da capacidade de drenagem. Também pode reduzir o atrito de interface aumentando a força de deslizamento

Instalação e manutenção: requer uma equipe especializada, com conhecimento sobre como dimensionar, posicionar e ancorar corretamente as células, especialmente em terrenos inclinados ou irregulares, atendendo aos requisitos de carga e estabilidade.

Manutenção a Longo Prazo: pode ser necessária para garantir a integridade do sistema, especialmente em áreas sujeitas a tráfego pesado ou condições ambientais extremas.

Custo Inicial: pode envolver um custo inicial relativamente alto, especialmente em comparação com soluções tradicionais de pavimentação ou estabilização de solos.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos

Características Técnicas

Os tamanhos padrão de células (dimensões internas) variam, sendo os mais comuns:

- Altura da célula: 50 mm, 75 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm.
- Dimensão lateral da célula (quando expandida): 200 mm a 500 mm.
- O tamanho do painel completo (geocélula expandida) pode variar bastante, mas frequentemente tem dimensões de 2,5 m x 6 m a 10 m x 10 m, dependendo do fabricante e da aplicação.

Etapas de Implementação

1 - Preparação do local: escavar e conformar o solo de apoio na cota, declividade e dimensões especificadas no projeto;

2 - Instalação do geotêxtil (caso necessário): se o material de preenchimento for diferente do solo de apoio, deve ser usado um geotêxtil como separador, seleciona-se o geotêxtil mais apropriado tecido ou não tecido. O geotêxtil deve ser desenrolado sobre a superfície de apoio, com uma sobreposição mínima de 45 centímetros entre os painéis adjacentes;

3 - Locação e pré-fixação dos grampos: escolher o local onde será colocado o primeiro painel de geocélula e colocar grampos nas quatro

Manutenção e gestão

A manutenção e gestão são fundamentais para garantir a durabilidade e eficácia do sistema ao longo do tempo. Aqui estão as principais considerações:

- Monitoramento e inspeção a fim de verificar a integridade das geocélulas, possíveis deformações no terreno e garantir a permeabilidade do pavimento;
- Correção de deformações, substituindo ou reforçando as células afetadas. Esses reparos geralmente envolvem a remoção da camada superior de pavimentação, a correção da geocélula e o restabelecimento da pavimentação ou reposição do material de preenchimento;

extremidades;

4 - Expansão e fixação dos painéis: estender o painel além do seu comprimento previsto e soltar em seguida, para que haja conformação na dimensão pretendida. Colocar o painel sobre os grampos cravados. Grampos adicionais podem ser necessários, de forma a se ter a expansão completa de cada célula. Quando não for possível usar grampos (em solos rochosos, etc.), um quadro ou moldura de madeira pode ser necessário. Os painéis adjacentes devem ser instalados da mesma forma e unidos ou grampeados juntos, para formar uma cobertura contínua, usando um revólver pneumático para grampos industriais. Painéis adjacentes podem também ser amarrados e unidos com cabos;

5 - Preenchimento dos painéis: preencher a primeira linha de células com uma pá carregadeira ou caminhão caçamba e empurrar o material para dentro das células usando pás ou uma lâmina de trator. Nenhum equipamento deve se movimentar sobre células não preenchidas;

6 - Compactação: através de passadas sucessivas do equipamento usado para espalhar o material de preenchimento. Um rolo vibrador, e/ou água, pode ser necessário para alcançar o nível de compactação especificado.

- Gestão de tráfego a fim de evitar sobrecarga na estrutura;
- Manter uma equipe de manutenção capacitada para gestão e manutenção adequadas.

Ganhos

- Melhora do sistema de drenagem;
- Redução da pressão sobre o subleito, evitando deformações;
- Redução da espessura da camada de base, gerando economia de material;
- Aumento da capacidade de carga;
- Alta durabilidade e menor custo de manutenção;
- Possibilidade de emprego local e estímulo da diversificação econômica;
- Redução na emissão de CO².





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Estabilizador Geocélula

1. Erradicação da pobreza



1.5 Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais

2. Fome zero e agricultura sustentável



2.4 Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo

3. Saúde e bem estar



3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo

3.d Reforçar a capacidade de todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, para o alerta precoce, redução de riscos e gerenciamento de riscos nacionais e globais de saúde

6. Água potável e saneamento



6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

7. Energia limpa e acessível



7.a Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Estabilizador Geocélula

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.1 Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas

11.2 Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos

11.7 Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

12. Consumo e produção responsáveis



12.7 Promover práticas de compras públicas sustentáveis, de acordo com as políticas e prioridades nacionais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água



14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

15. Vida terrestre



15.1 Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais

15.3 Até 2030, combater a desertificação, restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo

16. Paz, Justiça e Instituições eficazes



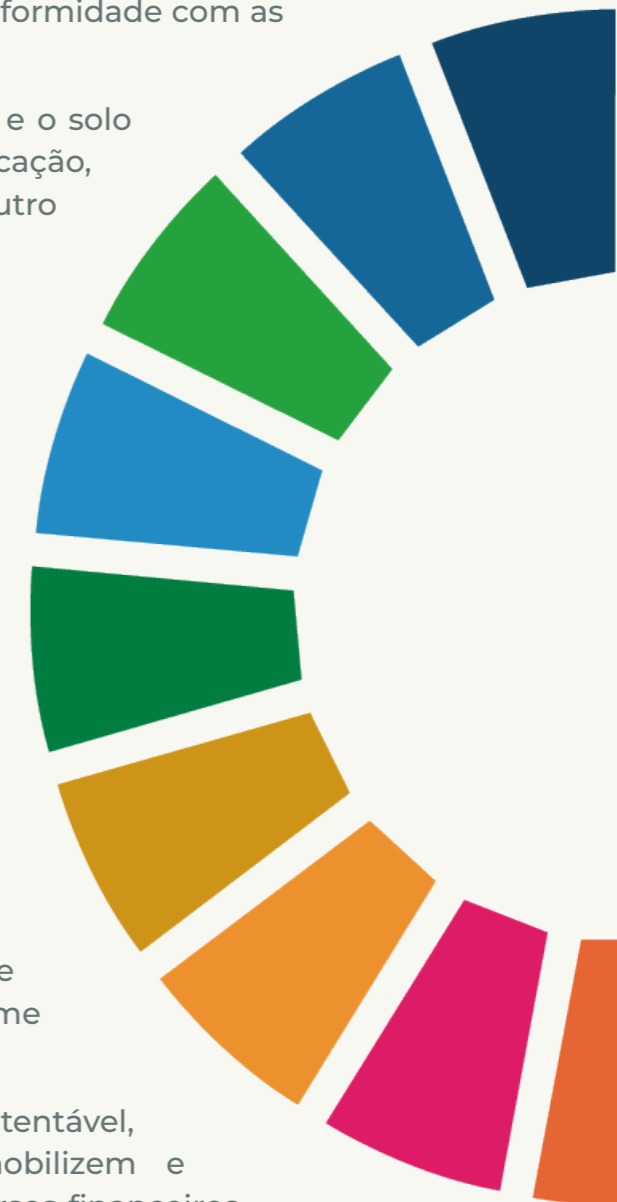
16.1 Reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionada em todos os lugares

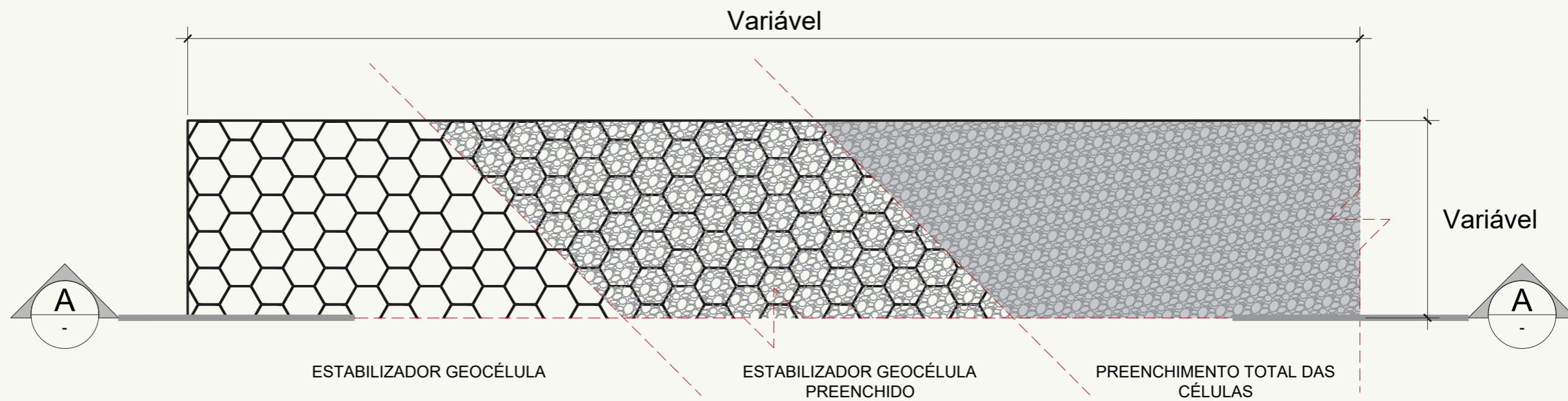
17. Parcerias e meios de implementação



17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado

17.16 Reforçar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, complementada por parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem conhecimento, expertise, tecnologia e recursos financeiros, para apoiar a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento

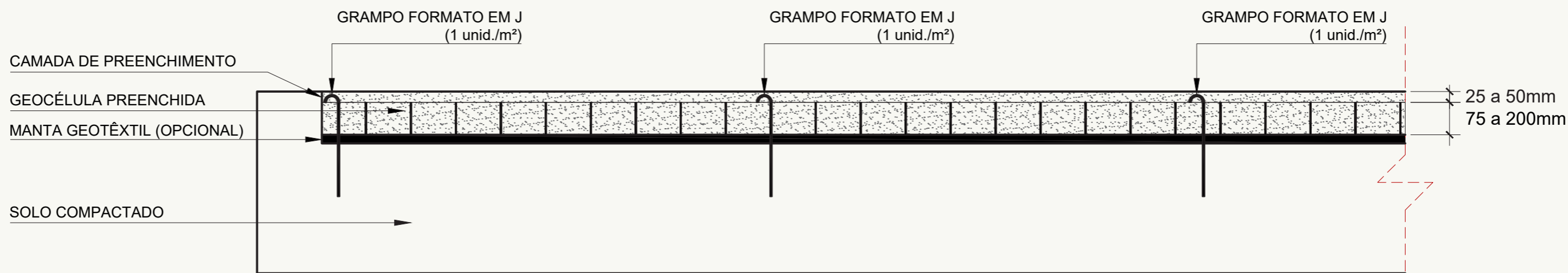




ESTABILIZADOR GEOCÉLULA - DET. CAMADAS

VISTA SUPERIOR

SEM ESCALA



ESTABILIZADOR GEOCÉLULA

CORTE AA

SEM ESCALA

NOTAS:

- 1 - Quando a camada de enchimento for de areia, material granular ou solo, o enchimento deve ter uma espessura adicional acima do topo do painel, de 25 mm a 50 mm, para permitir a compactação.
- 2 - Quando preenchido com solo e vegetação, o solo deverá ser depositado sobre um geotêxtil não tecido de 120 a 150 g/m², colocado sob o painel da geocélula, com uma altura de aproximadamente 10 centímetros maior que altura da célula.
- 3 - Quando preenchido com material granular, o geotêxtil colocado sob os painéis deve ser de 250 a 350 g/m².



EIXO



PAVIMENTAÇÃO DE VIAS

TIPOLOGIA

**PAVIMENTAÇÃO
INTERTRAVADA**



PAVIMENTAÇÃO INTERTRAVADA

O pavimento intertravado é composto por um revestimento permeável, com espaços vazios em sua composição de forma a permitir a infiltração de água. Esse tipo de pavimento pode diminuir o escoamento superficial em até 100%, variando conforme a intensidade das chuvas, atrasando a chegada da água ao subleito, o que contribui para a redução da erosão. A camada granular da base também atua como um filtro para a água da chuva, contribuindo para reduzir sua contaminação.

Localização Estratégica

Pode ser utilizado em pátios residenciais, comerciais e industriais, estacionamentos e vias de tráfego leve.

Para a aplicação do pavimento intertravado em áreas destinadas a pedestres, consulte a ficha técnica 'Bloco Intertravado'.

Fontes:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Pavimentos intertravados - Práticas recomendadas 1.** Disponível em: <https://abcp.org.br/pavimentos-intertravados-pratica-recomendada-1/>. Acesso em: 21 mai. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Pavimentos intertravados - Práticas recomendadas 2.** Disponível em: <https://abcp.org.br/pavimentos->

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Prática recomendada 1 - Manutenção de pavimentos intertravados permeáveis.** Disponível em: <https://www.solucoesparacidades.com.br/saneamento/pr1-manutencao-de-pavimentos-intertravados-permeaveis/>. Acesso em: 20 mai. 2024. [intertravados-pratica-recomendada-2/](https://www.solucoesparacidades.com.br/saneamento/pr2-manutencao-de-pavimentos-intertravados-pratica-recomendada-2/). Acesso em: 21 mai. 2024.



Imagem: Milena Boni

Características Técnicas

O revestimento deve permitir a rápida passagem da água, que então é armazenada temporariamente nas camadas de base e sub-base, funcionando como reservatório e filtro. Todos os tipos de pavimentos, permeáveis ou não, precisam suportar as cargas a que são submetidos e transmiti-las ao solo de forma que ele consiga suportá-las.

Alguns pontos devem ser verificados para garantir a viabilidade da instalação do pavimento permeável:

- As áreas de contribuição não devem exceder cinco vezes a área do pavimento;
- Recomenda-se uma distância mínima de 30 metros entre córregos, reservatórios de água e pântanos.
- A inclinação do pavimento deve ser no máximo de 5%, caso contrário, a velocidade do escoamento superficial pode reduzir sua infiltração.
- Nas áreas adjacentes, deve-se evitar declividades superiores a 20%.

Para o dimensionamento da base são necessários os dados do subleito, incluindo o tipo

de solo, capacidade de suporte e coeficiente de permeabilidade.

A capacidade de suporte do solo é determinada pela da norma brasileira NBR 9895 - Solo: Índice de Suporte Califórnia. O coeficiente de permeabilidade pode ser determinado pelos métodos de ensaio descritos nas normas brasileiras NBR 13292 - Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante - Método de ensaio ou pela NBR 14545 - Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos a carga variável.

Quanto menor o coeficiente de permeabilidade, menos permeável é o solo. Para utilizar pavimentos permeáveis em solos com baixa permeabilidade, pode ser necessário o uso de tubos de drenagem. Isso evita que a água permaneça por muito tempo na estrutura do pavimento, o que poderia resultar na perda de suporte.

1) Materiais para base e sub-base:

O subleito pode ser constituído pelo solo natural do local ou por solo proveniente de empréstimo, devendo apresentar um índice de suporte Califórnia (CBR) superior a 2% e expansão volumétrica igual ou inferior a 2%. Quando o CBR

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA



3 SAÚDE E BEM-ESTAR



4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



14 VIDA NA ÁGUA



15 VIDA TERRESTRE



17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO





PAVIMENTAÇÃO INTERTRAVADA

Ganhos

- Mantém a área útil do terreno;
- Reduzem em até 100% as enxurradas, dependendo da intensidade da chuva;
- Reduzem a erosão;
- Melhoram a qualidade da água;
- Reduzem os gastos com recursos de drenagem, como os “piscinões”.

Possíveis Desafios

Colmatação: pode ocorrer com o decorrer do tempo devido à pressão do tráfego exercida sobre o solo e também decorrente do acúmulo de sedimentos através do processo de infiltração.

Acessibilidade: o assentamento descuidado dos blocos e o processo de colmatação podem implicar no desnivelamento do piso. O relevo deste tipo de pavimentação pode, também, apresentar dificuldade para pessoas com restrições de mobilidade e para a identificação de pisos táteis por parte de pessoas portadoras de deficiências visuais. Conferir Ficha de Acessibilidade.

Fontes:

MARCHIONI, M. L.; SILVA C. O. **Conceitos e requisitos para pavimentos intertravado permeável – Práticas recomendadas 2.** Associação Brasileira De Cimento Portland. São Paulo. Disponível em: https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/PR2_Conceitos_requisitos_pav_permeavel.pdf. Acesso em: 21 mai. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Sistemas construtivos, pavimentos impermeáveis.** Melhores práticas, pavimento intertravado permeável. Disponível em: https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/Cartilha_Pav_Intertravado_Permeavel_v1.pdf. Acesso em: 20 mai. 2024.

Características Técnicas

estiver entre 2% e 5%, com expansão volumétrica igual ou inferior a 2%, é aconselhável adotar uma camada de reforço, definida durante a elaboração do projeto executivo de pavimentação.

Para a base e sub-base, utiliza-se brita lavada com Abrasão Los Angeles menor que 40, conforme determinado pela norma brasileira NBR NM 51 - Agregado graúdo - Ensaio de abrasão “Los Angeles”. É necessário um Índice de Suporte Califórnia (CBR) de pelo menos 80%, determinado conforme a norma brasileira NBR 9895 - Solo: Índice de Suporte Califórnia. É crucial que os materiais estejam limpos, livres de lodo, pó e sujeira.

A capacidade de funcionar como reservatório de água da base e sub-base dependerá do índice de vazios do agregado, o qual é determinado conforme a Norma Brasileira NBR NM 45 - Agregados: Determinação da massa unitária e do volume de vazios, que deve ser de pelo menos 32%.

2) Materiais para camada de assentamento e rejunte:

Camada composta por material granular, com distribuição granulométrica especificada, que tem como função acomodar as peças de concreto proporcionando a distribuição correta de carga e o nivelamento do pavimento. A camada de assentamento deve ser constituída por materiais granulares e deve atender às seguintes especificações:

- A umidade do material de assentamento deve estar entre 3% e 7% no momento da aplicação;
- O material de assentamento deve atender às especificações da norma ABNT NBR 7211 quanto à presença de torrões de argila, materiais friáveis e impurezas orgânicas;
- A camada de assentamento deve ser uniforme e constante, com espessura de 5 cm e variação máxima de ± 2 cm, na condição não compactada ou conforme especificação do projeto;
- A dimensão máxima característica do material de assentamento deve ser inferior a 5 vezes

a espessura da camada de assentamento já compactada;

- A distribuição granulométrica do material de assentamento deve atender as recomendações da norma ABNT NBR 15953.

Para o material de rejuntamento das peças, pode-se utilizar o mesmo agregado empregado na camada de assentamento. No entanto, é permitido o uso de agregados mais finos para garantir o preenchimento adequado das juntas. A utilização de areia ou pó de pedra na camada de assentamento e no material de rejunte não é recomendada devido ao baixo coeficiente de permeabilidade desses materiais. É aconselhável que o material de rejuntamento esteja seco no momento da aplicação para facilitar o preenchimento das juntas, e que sua distribuição granulométrica atenda à NBR 15953.

3) Revestimento:

São utilizadas peças pré-moldadas de concreto com relação comprimento/espessura menor que 4, pois são mais adequadas para tráfego de veículo.

As peças de concreto para pavimentação devem cumprir os requisitos da NBR 9781 - Peças de concreto para pavimentação - Especificação, podendo ser de concreto convencional ou poroso. Para peças porosas, além da resistência à compressão, é necessário verificar o coeficiente de permeabilidade do concreto.

3) Teste de permeabilidade:

O ensaio deve ser realizado em um segmento do pavimento, com no mínimo 0,5 m² de área e deve apresentar coeficiente de permeabilidade conforme tabela 7 presente na Norma ABNT NBR 16416 (2015). Nesse ensaio, uma seção do pavimento é confinada num anel de infiltração de $\varnothing = 300$ mm e altura mínima de 50 mm, e água é despejada dentro do anel. O ensaio deve ser executado conforme procedimentos presentes no Anexo A da Norma ABNT NBR 16416.

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA



3 SAÚDE E BEM-ESTAR



4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



14 VIDA NA ÁGUA



15 VIDA TERRESTRE



17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO





PAVIMENTAÇÃO INTERTRAVADA

Manutenção e Gestão

A manutenção do piso intertravado visa evitar a colmatação do pavimento, para manter o seu aspecto drenante. Estima-se que em 10 anos o pavimento permeável possa sofrer uma redução de até 90% da sua capacidade de infiltração.

A velocidade de colmatação depende do volume de tráfego, da quantidade de resíduos entre as juntas do piso, e da presença de fontes de sedimentos próximas.

Para aumentar a vida útil do pavimento permeável, a remoção dos sedimentos deve ser feita anualmente por meio de varrição com aspiração (sem aspersão de água), utilizando varredoras mecânicas. Após esse processo, é recomendado preencher as juntas com material de rejunte limpo.

Outro aspecto importante da manutenção é a retirada de vegetação nas juntas. Seu crescimento afeta a infiltração de água no solo, prejudicando a drenagem. Recomenda-se evitar o uso de herbicidas ou outras substâncias que possam contaminar o solo e prejudicar o meio ambiente.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos

Etapas de implementação

1 - Preparação do subleito: A camada de subleito deve estar limpa, sem a presença de plantas, raízes ou qualquer tipo de matéria orgânica. Realizar a verificação da cota e caimentos mínimos de 2%, definidos no projeto. Instalação da tubulação de drenagem conforme o projeto, caso necessária;

2 - Posicionamento da manta geotêxtil não-tecido: A manta deve ser posicionada diretamente sobre o subleito, quando especificada em projeto, deixando uma sobra nas laterais de 0,3 m para solos com CBR > 5 e de 0,6 m para solos mais fracos, com CBR ≤ 5;

3 - Execução das camadas de sub-base e base: A sub-base é distribuída em camadas de 100 a 150 mm e compactada com o uso de uma placa vibratória ou um rolo compactador. A base, com uma espessura de 100 mm, é aplicada em uma única camada e compactada também utilizando uma placa vibratória ou um rolo compactador;

4 - Instalação das contenções: Devem ser instaladas as contenções laterais, antes de iniciar a execução da camada de assentamento, para garantir a estabilidade horizontal do sistema e evitar seu deslocamento.

4 - Camada de assentamento: Deve ser distribuída uniformemente, com uma espessura que, após a compactação, resulte em uma espessura final de 50 mm. O material de assentamento é nivelado manualmente com uma régua metálica, deslizando a régua sobre as mestras, ou mecanicamente, para obter uma superfície sem irregularidades. Os espaços deixados pela régua metálica devem ser preenchidos com material de assentamento.

6 - Assentamento das peças: O assentamento pode ser feito manualmente ou mecanizado, e deve ser realizado sem alterar a espessura e uniformidade

da camada de assentamento. A primeira fileira deve ser assentada de acordo com as especificações do projeto, respeitando o esquadro e o alinhamento previamente marcados, e a peça não deve ser arrastada sobre a camada de assentamento até sua posição final. As linhas guia devem ser mantidas à frente da área de assentamento das peças, verificando regularmente o alinhamento e fazendo ajustes conforme necessário, mantendo-se a espessura das juntas uniforme;

7 - Rejuntamento: Distribua o material de rejuntamento seco sobre a camada de revestimento, formando uma camada fina e uniforme em toda a área aplicada. Em seguida, varra o material de rejuntamento até que as juntas estejam preenchidas até 5 mm do topo das peças;

8 - Compactação: Realize a compactação utilizando placas vibratórias para assentar as peças na camada de assentamento, mantendo a regularidade da camada de revestimento sem danificar as peças de concreto.

7 - Teste de permeabilidade: Após a instalação, o seu desempenho pode ser verificado por meio do ensaio para determinar o coeficiente de permeabilidade.





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Pavimentação Intertravada

1. Erradicação da pobreza



1.4 Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo microfinanças

1.5 Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais

3. Saúde e bem estar



3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo

4. Educação de qualidade



4.7 Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável

6. Água potável e saneamento



6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Pavimentação Intertravada

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

12. Consumo e produção responsáveis



12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

14. Vida na água



14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

15. Vida terrestre



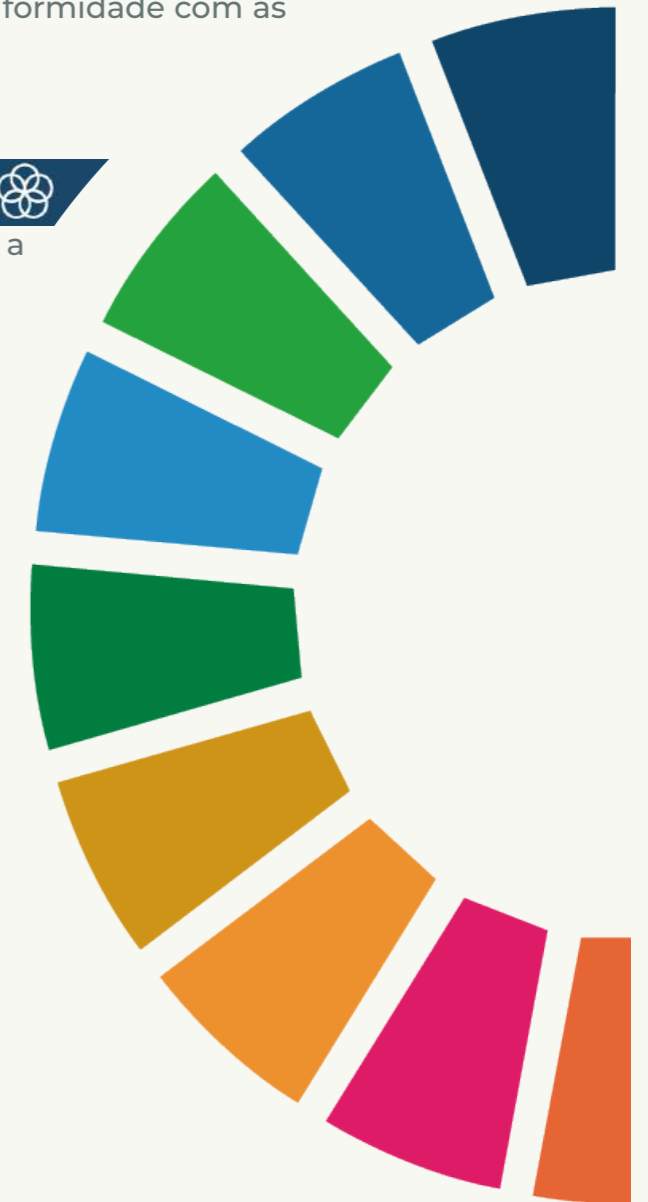
15.1 Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais

17. Parcerias e meios de implementação



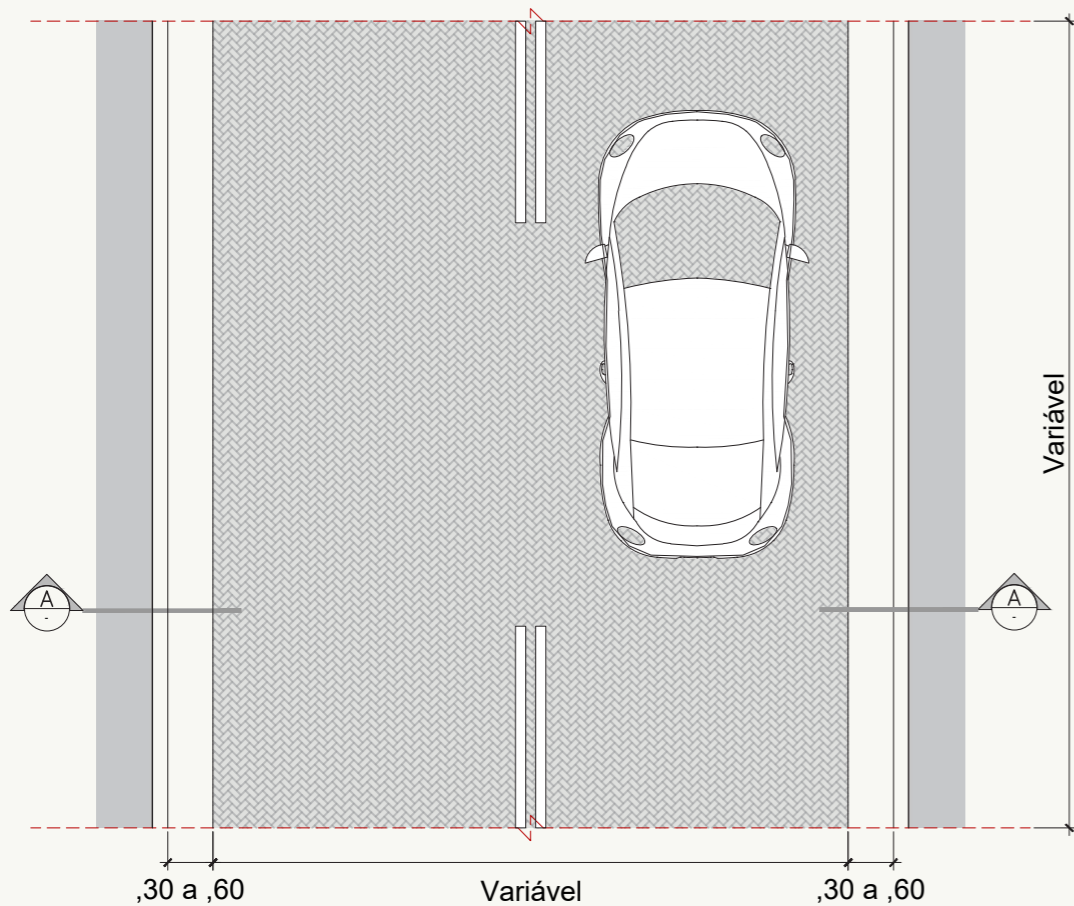
17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado

17.16 Reforçar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, complementada por parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem conhecimento, expertise, tecnologia e recursos financeiros, para apoiar a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento





PAVIMENTAÇÃO DE VIAS - PAVIMENTAÇÃO INTERTRAVADA - 6/7



PAVIMENTO INTERTRAVADO - VIA PAVIMENTADA

VISTA SUPERIOR

1:75

PEÇAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO + REJUNTE

MATERIAL DE ASSENTAMENTO

BASE

SUB-BASE

TUB. DE DRENAGEM (OPCIONAL)

MANTA GEOTÊXTIL (OPCIONAL)

SUBLEITO

SOLO NATURAL

6,0 ou 8,0cm

5,0cm (compactado)

10cm

Variável

Variável

Variável

DET. 01 - CAMADAS PAVIMENTO INTERTRAVADO

PERSPECTIVA

1:10

SARJETA

GUIA

CALÇADA

TUBULAÇÃO DE DRENAGEM (OPCIONAL)

DETALHE 01

$i \leq 5,0\%$

$i = 1,0$ a $2,0\%$

$i = 1,0$ a $2,0\%$

$i \leq 5,0\%$

,30 a ,60

SARJETA

Variável
LARGURA DA VIA

,30 a ,60

SARJETA

CAMADAS PAVIMENTO INTERTRAVADO

CORTE AA

1:25



SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO

Coordenadoria de Planejamento Habitacional

BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOTADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I									
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL	
1 EIXO: PAVIMENTAÇÃO DE VIAS - TIPOLOGIA: PAVIMENTAÇÃO INTERTRAVADA									
1.1 ASFALTO ECOLÓGICO								R\$	-
CDHU	5401400	-	Abertura de caixa até 25 cm, inclui escavação, compactação, transporte e preparo do sub-leito	M2	-	-	-	-	
CDHU	805220	-	Manta geotêxtil com resistência à tração longitudinal de 31kN/m e transversal de 27kN/m	M2	-	-	-	-	
CDHU	5401210	-	Base de brita graduada	M3	-	-	-	-	
-	-	-	PÓ DE BRITA	-	-	-	-	-	
CDHU	5404350	-	Pavimentação em lajota de concreto 35 MPa, espessura 8 cm, tipos: raquete, retangular, sextavado e 16 faces, com rejunte em areia	M2	-	-	-	-	
1.2 GUIAS E SARJETAS								R\$	-
CDHU	5406160	-	Sarjeta ou sarjetão moldado no local, tipo PMSP em concreto com fck 20 MPa	M3	-	-	-	-	
CDHU	5406020	-	Guia pré-moldada curva tipo PMSP 100 - fck 25 MPa	M	-	-	-	-	
CDHU	5406040	-	Guia pré-moldada reta tipo PMSP 100 - fck 25 MPa	M	-	-	-	-	
TOTAL s/ BDI								R\$	-
BDI adotado: 25,00%									0,00
VALOR TOTAL C/ BDI								R\$	-

Nota:

A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha "Pavimento Intertravado" deste Caderno de Tipologias.

Os códigos facilitam o preenchimento da planilha na data da aplicação da tipologia, mantendo assim seu custo sempre atualizado.

Eixo - Pavimentação de Vias - Pavimento Intertravado

Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade



EIXO



EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

TIPOLOGIA

ENERGIA ELÉTRICA



ENERGIA ELÉTRICA

1. DEFINIÇÃO

2. APLICAÇÃO: POSTE DE LED

2.1. FICHA DE APLICAÇÃO

2.2. METAS DA ODS

2.3. DESENHOS TÉCNICOS

2.4. ORÇAMENTO

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Recomendações Iniciais

1. Recomenda-se, para o projeto, planejamento e instalação das aplicações, a observação e adequação aos Planos de Diretores Municipal, se existentes, a consulta, projetos executivos, avaliação e acompanhamento de especialistas em elétrica, engenharia civil, arquitetura e urbanismo e paisagismo, bem como outras especialidades que possam se fazer necessárias para as corretas definições técnicas.

2. Recomenda-se a participação das comunidades envolvidas, uma vez que isto configura laços para garantia de melhores escolhas, bem como desfrute e aderência no cuidado e manutenção dos dispositivos implantados, como bens públicos.

3. Recomenda-se uma análise caso a caso, juntamente de um estudo das tecnologias mais recentes e adequação do projeto à demanda de forma ótima.

1. DEFINIÇÃO

A energia elétrica é uma das formas de energia mais utilizadas no mundo moderno, essencial para o funcionamento de residências, indústrias, e tecnologias que moldam o nosso dia a dia. Com a necessidade de mitigar os impactos das mudanças climáticas e com a crescente preocupação ambiental, soluções sustentáveis nesse setor são aliadas e sua busca é essencial.

Nesse contexto, a integração de soluções baseadas na natureza (SbNs) para a utilização de energia elétrica se destaca como uma abordagem promissora. Desta forma, a aplicação de tecnologias sustentáveis, como postes de LED, que não apenas otimizam o consumo energético, mas também contribuem para a preservação do meio ambiente e promovem a eficiência energética.

Características Técnicas Gerais

De forma geral, alguns termos são comuns entre as possíveis aplicações da energia elétrica no âmbito da eficiência energética. São eles:

- **Eficiência de conversão:** dispositivos e sistemas são projetados para maximizar a conversão de energia (por exemplo, de solar para elétrica, de elétrica para mecânica) com o mínimo de perdas.
- **Fator de Potência (FP):** indica a eficiência com que a energia elétrica é utilizada. Um fator de potência próximo de 1 é ideal.
- **Grau de Proteção (IP):** indica a resistência do poste LED à poeira e água. Para iluminação pública, um grau de proteção de pelo menos IP65 é recomendado, a fim de resistir às condições climáticas locais e evitar danos causados por água ou poeira. Ver ABNT NBR IEC 60529.

Ganhos Gerais

- Redução das emissões de CO₂ através da diminuição do consumo de combustíveis fósseis;
- Menor impacto ecológico através do uso de recursos renováveis que não se esgotam;
- Redução de custos energéticos;
- Estímulo ao desenvolvimento de novas tecnologias e soluções energéticas e, conseqüentemente criação de novos mercados e empregos;
- Melhoria na qualidade do ar e redução da poluição, contribuindo para a saúde pública;
- Promoção da educação sobre práticas ambientais responsáveis.

- **Corrente Contínua (CC):** tipo de corrente elétrica onde os elétrons fluem em uma única direção.
- **Corrente Alternada (CA):** tipo de corrente elétrica onde os elétrons mudam de direção periodicamente. Utilizada na maioria dos sistemas de distribuição de energia elétrica.
- **Corrente de Alimentação:** é a corrente elétrica necessária para o funcionamento de um dispositivo ou sistema elétrico/eletrônico, fornecida pela fonte de alimentação.
- **Potência:** a taxa de consumo ou geração de energia elétrica. É medida em watts (W).
- **Rendimento:** a relação entre a energia útil obtida e a energia total consumida.



EIXO



EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

TIPOLOGIA

ENERGIA ELÉTRICA

APLICAÇÃO

POSTE DE LED



POSTES DE LED

Atualmente, o emprego da tecnologia LED (sigla para *Light Emitting Diode*) é entendido como uma alternativa frente à promoção do uso eficiente de energia elétrica, reduzindo desperdícios e promovendo um consumo sustentável. Destaca-se seu uso na iluminação pública diante das suas vantagens em termos de eficiência, durabilidade e versatilidade.

O LED é um dispositivo semicondutor que emite luz quando acionado por uma corrente elétrica. Essa tecnologia oferece uma eficiência energética maior em comparação com fontes de luz convencionais, resultando em economia de energia de até 40% e redução das emissões de carbono. Além disso, os LEDs têm uma vida útil mais longa, o que contribui para a diminuição dos custos de manutenção, e, além disso, possibilitam a integração de dados e gestão remota dentro do conceito de Cidades Inteligentes.

Localização Estratégica

As aplicações da iluminação LED são amplas, destacando-se no meio urbano sua eficiência em ruas, avenidas, parques, praças, áreas de lazer, ciclovias, ciclofaixas, estacionamentos, pontes e túneis.

Plano Diretor de Iluminação

É importante que, juntamente do Plano de Desenvolvimento Urbano, seja feito um Plano de Iluminação Pública, objetivando a definição de diretrizes para a implantação e melhoria do sistema de iluminação urbano, garantindo de eficiência, segurança e sustentabilidade.



Imagem: FreePik

Características Técnicas

As características técnicas de um poste variam conforme o material, seu formato e, também, desempenho, sendo necessário a consulta de um profissional para a definição do modelo mais adequado para o local de implantação escolhido.

Para a implantação de postes, de forma geral, é importante considerar as seguintes normas conforme a materialidade:

1. Poste de aço: ABNT NBR 14744:2001
2. Poste de concreto: ABNT NBR 8451:2020
3. Poste de eucalipto: ABNT NBR 16202:2013

No que tange às características técnicas de luminárias, é importante observar a Norma **NBR 15129:2012 Luminárias para iluminação pública - Requisitos Particulares, NBR IEC 60598-2-1 Luminárias Parte 2: Requisitos particulares - Capítulo 1: Luminárias fixas para uso em iluminação geral** e, em especial, **ABNT NBR IEC 62722-2-1:2016 Desempenho de luminárias - Parte 2-1: Requisitos particulares para luminárias LED.**

A norma **ABNT NBR 5101:2024 - Iluminação viária: procedimentos** oferece subsídio para o entendimento do espaço e dos requisitos para a promoção de uma iluminação de qualidade com conforto visual.

Ganhos

- Economia de energia de até 40 a 60% após modernização e consequente diminuição com gastos e emissões de carbono;
- Excelente saturação de cor melhorando a visualização, segurança e construção de identidade local através da valorização de edifícios patrimônio;
- Conforto visual devido à emissão de luz uniforme e constante com possibilidade de dimerização (controle da intensidade de iluminação) fácil e rápida, adequando às necessidades;
- Alta eficiência luminosa e durabilidade, com vida útil de até 90 mil horas;
- Redução do consumo de materiais danosos ao meio ambiente;
- Possibilidade de telegerenciamento em tempo real e em cada ponto de luz a partir da implantação de Sistema de Controle Inteligente.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA



3 SAÚDE E BEM-ESTAR



4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE



5 IGUALDADE DE GÊNERO



7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES



17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO





POSTES DE LED

Possíveis Desafios

Custo inicial: embora os LEDs ofereçam economias a longo prazo, o custo inicial de compra e instalação pode ser alto comparado às lâmpadas tradicionais.

Descarte de equipamentos antigos: é necessário que os materiais sejam encaminhados de uma forma responsável, priorizando a reciclagem dos componentes elegíveis e o descarte adequado de materiais tóxicos.

Compatibilidade com infraestrutura existente: adaptar as luminárias LED à infraestrutura de postes e fiação existente pode exigir modificações.

Adequação visual: a não adequação das características técnicas das luminárias com as necessidades do local de implantação, seja por insuficiência da iluminação ou por excesso pode afetar a aceitação pública.

Integração à sistemas de controle inteligente pode ser complexa e exigir infraestrutura adicional.

Resistência à condições adversas: as luminárias LED precisam ser resistentes a condições climáticas adversas, como alta umidade, temperaturas extremas, e exposição a poluição e salinidade

Manutenção e reparo: ainda que requeiram menos manutenção que as lâmpadas tradicionais, a substituição de componentes ou reparos especializados podem ser mais caros.

Etapas de Implementação

1 –Análise de viabilidade, planejamento e projeto

Com o auxílio de engenheiros elétricos e técnicos, fazer uma avaliação das necessidades, estudo de viabilidade técnica e econômica do projeto. Seleção de luminárias LED, postes, drivers e outros componentes com base nas especificações técnicas.

Desenho do sistema, incluindo a localização dos postes e a disposição das luminárias conforme especificações técnicas. Ver **ABNT NBR 5101**.

2 –Autorização e Licenciamento

Obtenção de autorizações necessárias junto aos órgãos municipais e estaduais e solicitação de aprovação para conexão do sistema à rede elétrica junto à concessionária de energia, se for um sistema on-grid.

3 –Instalação

Preparação do local: instalação de fundações para os postes e instalação dos mesmos;

Manutenção e Gestão

Inspeções regulares a fim de verificar a integridade das luminárias e a eficiência da iluminação.

Limpeza periódica das lentes e painéis das luminárias para remover poeira, sujeira e outros detritos que possam reduzir a eficiência luminosa e, também, de sensores de movimento ou de luz, se presentes, para garantir seu correto funcionamento.

Inspeção e aperto das conexões elétricas e verificação da integridade da fiação para prevenir curtos-circuitos ou falhas, atentando-se para o monitoramento do controle de calor.

Verificação do funcionamento de sistemas de controle inteligente (se existentes), como sensores de movimento e temporizadores.

Instalação de luminárias: montagem das luminárias LED nos postes e conexão à rede elétrica;

Configuração de Sistemas de Controle: instalar e configurar sistemas de controle, como sensores de movimento e sistemas de dimming.

4 –Inspeção e Comissionamento

Verificação de conformidade com os códigos elétricos e regulamentos de construção; testes de funcionamento do sistema para garantir plena operação dos componentes, configuração e ativação do sistema para início da geração de energia.

5 – Monitoramento e manutenção

Monitoramento contínuo, manutenção preventiva, análise de desempenho do sistema e atualizações conforme identificação de oportunidades de melhoria para melhora da eficiência.

Substituição de componentes caso verificada falha: LEDs, drivers ou componentes estruturais.

Gestão de dados e relatórios dos Sistemas Inteligentes de Controle Remoto (se aplicável).

Capacitação técnica

Otimização Energética: ajustes nos níveis de iluminação de acordo com as necessidades específicas da área para otimizar o consumo de energia e implementação de tecnologias de iluminação inteligente que ajustem automaticamente a intensidade da luz com base em fatores ambientais e horários.





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Poste de LED

1. Erradicação da pobreza



1.4 Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo microfinanças

3. Saúde e bem estar



3.d Reforçar a capacidade de todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, para o alerta precoce, redução de riscos e gerenciamento de riscos nacionais e globais de saúde

4. Educação de qualidade



4.7 Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável

5. Igualdade de gênero



5.b Aumentar o uso de tecnologias de base, em particular as tecnologias de informação e comunicação, para promover o empoderamento das mulheres

7. Energia limpa e acessível



7.2 Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa

7.b Até 2030, expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, particularmente nos países menos desenvolvidos, nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento e nos países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Poste de LED

10. Redução das desigualdades



10.2 Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.7 Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência

12. Consumo e produção responsáveis



12.7 Promover práticas de compras públicas sustentáveis, de acordo com as políticas e prioridades nacionais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

16. Paz, Justiça e Instituições eficazes



16.1 Reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionada em todos os lugares

17. Parcerias e meios de implementação



17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado





DIMENSIONAMENTO

Definições gerais

Para a implantação de sistemas luminosos, alguns conceitos são importantes para a avaliação de desempenho e variam frente as necessidades de projeto. De forma geral, as luminárias devem adequar-se às disposições do Inmetro, conforme Portaria nº 20 de 15 de Fevereiro de 2017, e certificação de lâmpadas LED conforme Selo Procel de Eficiência Energética.

Para a seleção de luminárias LED adequadas ao uso na iluminação pública, deve-se avaliar com o auxílio de um engenheiro elétrico os seguintes aspectos conforme as necessidades de projeto:

- **Durabilidade:** vida útil esperada das luminárias LED, geralmente expressa em horas. Quanto maior a durabilidade, requerem menos substituições, reduzindo custos de manutenção.
- **Temperatura de operação:** faixa de temperatura na qual a luminária pode operar eficientemente sem comprometer seu desempenho ou vida útil.
- **Fluxo luminoso:** quantidade total de luz emitida pelo ponto de luz, expressa em lúmens(lm). Quanto maior a quantidade de lúmen por área, mais brilhante é.
- **Eficiência luminosa (lm/Watt):** refere-se à eficiência na conversão de energia elétrica em luz, relacionado-se com a economia de energia da luminária.
- **Temperatura de cor:** determina a aparência da luz: tons mais quentes (amarelados) até tons mais frios (azulados).

- **Índice de Reprodução de Cor (IRC):** indica a fidelidade da luz na reprodução das cores de forma natural. Para iluminação pública, um IRC mais alto é desejável para melhorar a visibilidade e a segurança.
- **Distribuição de luz:** necessário para cobrir uniformemente a área desejada, evitando áreas de sombra ou excesso de iluminação.
- **Controle de Ofuscamento:** a fim de melhorar a visibilidade e conforto visual, especialmente em áreas públicas e rodovias.
- **Dimerização:** capacidade de ajustar a intensidade luminosa conforme necessário, contribuindo para a economia de energia.
- **Conectividade:** capacidade de conectar-se a redes IoT (Internet das Coisas) para monitoramento e controle remoto.

Para fazer o projeto de implantação de um sistema de iluminação é importante considerar as condições locais de uso, tais como classificação da via, seja para uso de veículos ou pedestres, densidade de tráfego, complexidade, separação e existência de facilidades de controle de tráfego. Isso se dá a partir da necessidade de permitir orientação, reconhecimento mútuo entre pessoas, segurança do tráfego e identificação de obstáculos a uma distância segura.

Adequação à arborização

Para fazer o projeto de implantação de um sistema de iluminação em um local com arborização consolidada ou com previsão de implantação de exemplares arbóreos na área, é importante considerar a influência da copa das árvores na área de incidência de luz.

Recomenda-se a consulta da Norma **ABNT NBR 5101 item 6.2.10 - Compatibilidade com arborização** para o projeto, bem como a ficha de Arborização do presente caderno.

Adequação à projetos de vias de veículos e pedestres

A seguir, em Dimensionamento - Referências Técnicas para projeto, serão apresentados os parâmetros mínimos conforme a classificação das vias.

Recomenda-se consulta à Norma **ABNT NBR 5101 - Iluminação Pública - Procedimento**.



DIMENSIONAMENTO

Referências Técnicas para projeto

A norma técnica **ABNT NBR 5101 - Iluminação Pública - Procedimento** detalha o processo de dimensionamento e trata sobre as especificidades de aplicação de pontos de iluminação para uso em áreas públicas, definindo requisitos mínimos de Iluminância e Uniformidade.

Classificação de luminárias

Segundo a Norma, as luminárias podem ser classificadas conforme sua distribuição transversal de intensidade, distribuição longitudinal, seu controle de distribuição de intensidade luminosa, também quanto à instalação, desempenho energético e fator de operação, sendo necessária análise para determinação dos melhores parâmetros conforme necessidades de projeto.

Parâmetros mínimos de iluminância e uniformidade

Conforme as condições da via tratada, sua classificação é feita entre V1 a V5 quando destinada a veículos e P1 a P4 tratando de vias destinadas a pedestres. A partir da observância das características da via em questão e sua consequente classificação, a ABNT NBR 5101 define parâmetros de iluminância conforme os padrões e necessidades de uso.

As tabelas a seguir classificam e, a partir disso, apresentam os parâmetros mínimos para promover uma iluminação eficiente conforme os usos: tráfego de veículos e tráfego de pedestres.

Classificação de vias com tráfego de veículos

DESCRIÇÃO DA VIA	CLASSE DA ILUMINAÇÃO
VIAS DE TRÂNSITO RÁPIDO; VIAS DE ALTA VELOCIDADE DE TRÁFEGO, COM SEPARAÇÃO DE PISTAS, SEM CRUZAMENTOS EM NÍVEL E CONTROLE DE ACESSOS; VIAS DE TRÂNSITO RÁPIDO EM GERAL; AUTO-ESTRADAS	
Volume de tráfego intenso	V1
Volume de tráfego médio	V2
VIAS ARTERIAIS; VIAS DE ALTA VELOCIDADE DE TRÁFEGO COM SEPARAÇÃO DE PISTAS; VIAS DE MÃO DUPLA, COM CRUZAMENTOS E TRAVESSIAS DE PEDESTRES EVENTUAIS EM PONTOS BEM DEFINIDOS; VIAS RURAIS DE MÃO DUPLA COM SEPARAÇÃO POR CANTEIRO OU OBSTÁCULO	
Volume de tráfego intenso	V1
Volume de tráfego médio	V2
VIAS COLETORAS; VIAS DE TRÁFEGO IMPORTANTE; VIAS RADIAIS E URBANAS DE INTERLIGAÇÃO ENTRE BAIRROS, COM TRÁFEGO DE PEDESTRES ELEVADO	
Volume de tráfego intenso	V2
Volume de tráfego médio	V3
Volume de tráfego leve	V4
VIAS LOCAIS; VIAS DE CONEXÃO MENOS IMPORTANTES; VIAS DE ACESSO RESIDENCIAL	
Volume de tráfego médio	V4
Volume de tráfego leve	V5

apud ABNT NBR 5101: 2018

Classificação de vias com tráfego de pedestres

CLASSE DA ILUMINAÇÃO	ILUMINÂNCIA MÉDIA MÍNIMA Emed, mín [lux]	FATOR DE UNIFORMIDADE MÍNIMO U = E _{mín} /E _{med}
V1	30	0,4
V2	20	0,3
V3	15	0,2
V4	10	0,2
V5	5	0,2

apud ABNT NBR 5101: 2018

Parâmetros para vias com tráfego de pedestres conforme Classe da Iluminação

DESCRIÇÃO DA VIA	CLASSE DA ILUMINAÇÃO
Vias de uso noturno intenso por pedestres (por exemplo: calçadas, passeios de zonas comerciais)	P1
Vias de grande tráfego noturno de pedestres (por exemplo: passeios de avenidas, praças, áreas de lazer)	P2
Vias de uso noturno moderado por pedestres (por exemplo: passeios, acostamentos)	P3
Vias de pouco uso por pedestres (por exemplo: passeios de bairros residenciais)	P4

apud ABNT NBR 5101: 2018

Parâmetros para vias com tráfego de veículos conforme Classe da Iluminação

CLASSE DA ILUMINAÇÃO	ILUMINÂNCIA MÉDIA MÍNIMA Emed, mín [lux]	FATOR DE UNIFORMIDADE MÍNIMO U = E _{mín} /E _{med}
P1	20	0,3
P2	10	0,25
P3	05	0,2
P4	03	0,2

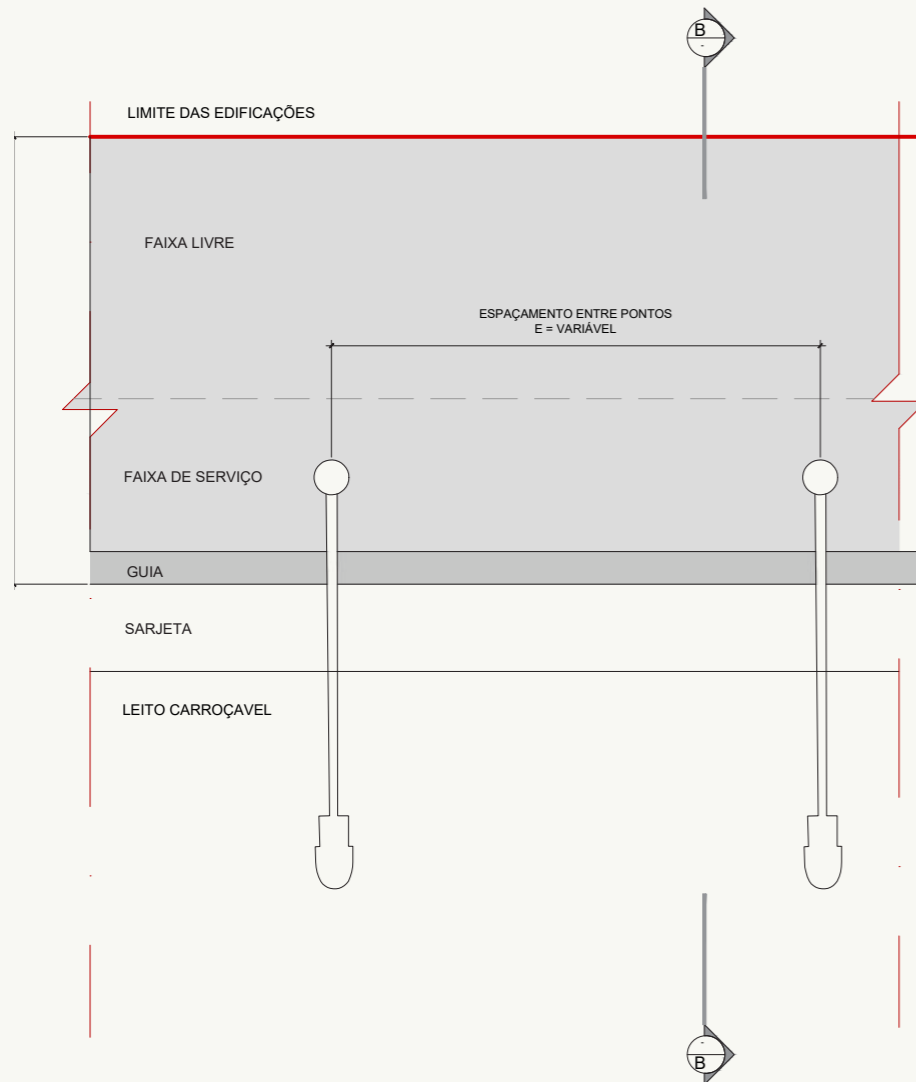
apud ABNT NBR 5101: 2018



DIMENSIONAMENTO

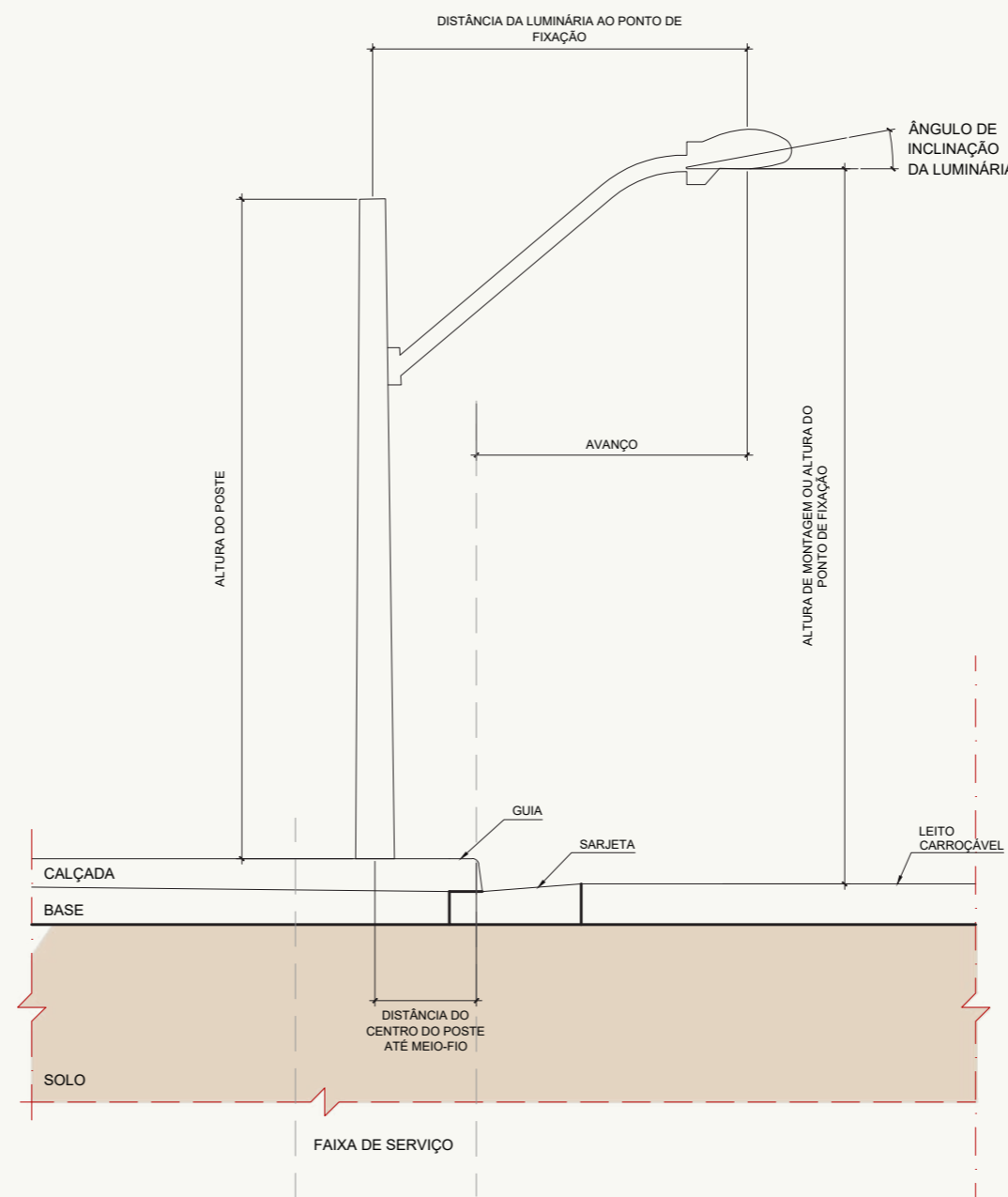
Exemplo de projeto

Algumas informações são essenciais para o projeto de instalação elétrica. Cada luminária possui características técnicas específicas que determinam um ângulo de abertura e distribuição da luz dada uma altura. Dessa forma, é importante calcular, tendo em vista o projeto fotométrico e suas intenções com relação ao espaço iluminado, o espaçamento entre os postes, a altura do ponto de fixação, o avanço sobre o leito carroçável (quando aplicável) e o ângulo de inclinação da luminária afim de garantir condições de visibilidade.



ESPAÇAMENTO DE POSTES EM CALÇADA
DETALHAMENTO EM PLANTA – SEM ESCALA

A ABNT NBR 5101 recomenda que o ângulo do suporte das luminárias não excedam 10° e, com relação à iluminância, sobre a superfície da via não possa haver valores inferiores à 1 lux, podendo chegar a 40lux, a depender do uso e definições de projeto.



DETALHAMENTO DE POSTE
DETALHAMENTO EM VISTA – SEM ESCALA

Os postes devem ser dimensionados conforme as especificidades de sua materialidade. Por exemplo:

- Poste de aço: ABNT NBR 14744:2001
- Poste de concreto: ABNT NBR 8451:2020
- Poste de eucalipto: ABNT NBR 16202:2013

Para a definição do tipo de fixação e distanciamentos, consultar ABNT NBR 15688:2012

Para o dimensionamento da rede elétrica, recomenda-se a consulta das normas:

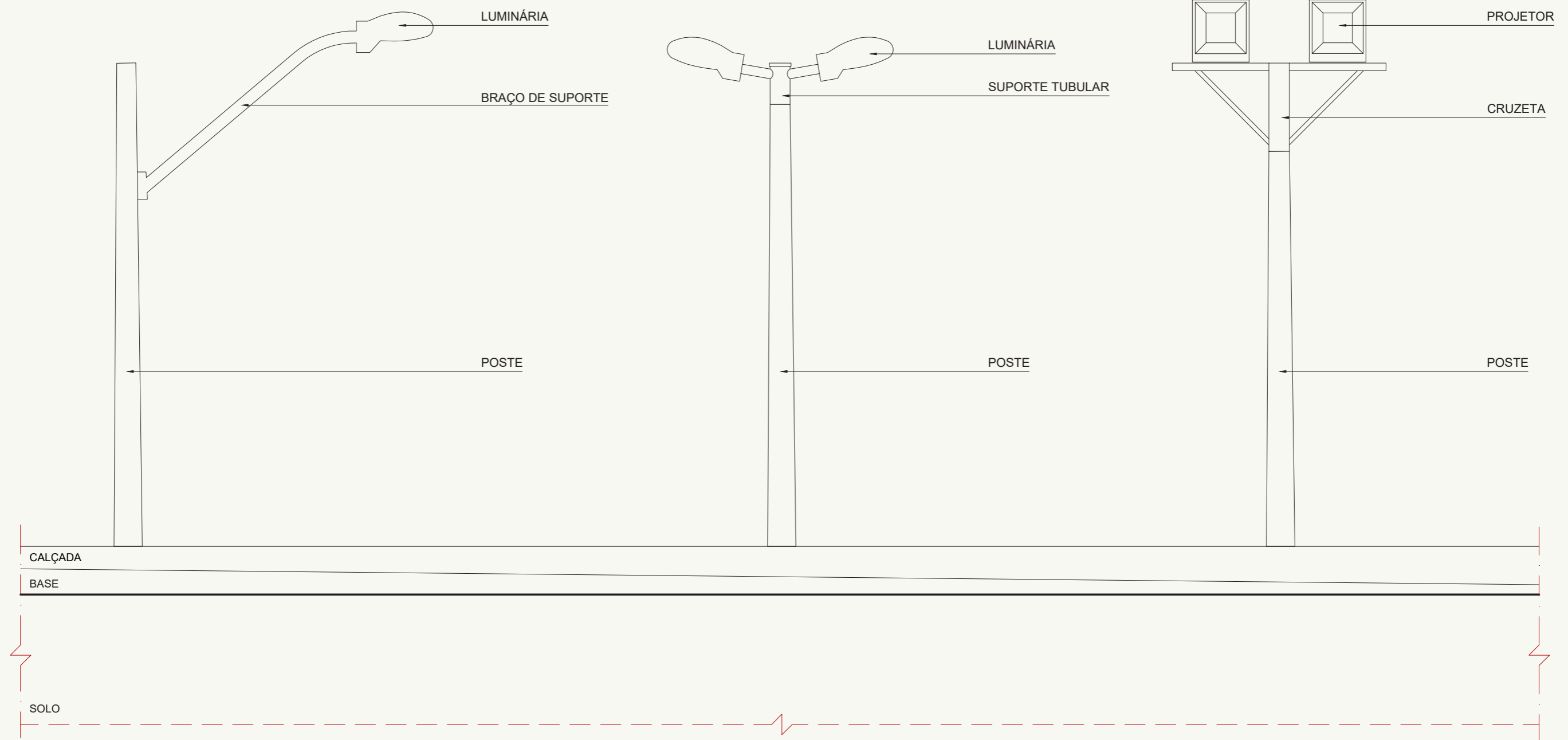
1. ABNT NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão
2. ABNT NBR 14276:1999 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica - Linhas aéreas e subterrâneas em áreas urbanas - Padronização

É desejável a priorização da implantação de rede elétrica subterrânea quando possível.



DIMENSIONAMENTO

Exemplo de projeto: tipos de suporte - braço, suporte tubular e cruzeta



TIPOS DE SUPORTES PARA FONTES LUMINOSAS LED

ELEVAÇÃO

SEM ESCALA



LISTA DE COMPONENTES – CDHU

O poste é uma conformação de elementos que diferem desde o tipo de poste em si, sua fixação ao solo, luminárias, lâmpadas, seu tipo de fixação ao poste e, também, os elementos eletroeletrônicos. A Coordenadoria de Planejamento Habitacional (CPH), que tem por atribuição a gestão de convênios e análise técnica, possui uma lista de componentes utilizados comumente nos projetos por eles coordenados e aprovados. Os elementos a seguir listados foram compilados a partir dessa lista e do alinhamento com a proposta de eficiência a partir do uso de tecnologias LED.

A tabela bem como os projetos aqui apresentados devem ser usados como referência, sendo indispensável a avaliação e projeto de um engenheiro elétrico qualificado.

Postes e acessórios

CÓDIGO	ITEM	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
41.10.060	Braço em tubo de ferro galvanizado de 1" x 1,00 m para fixação de uma luminária [unidade]	O item remunera o fornecimento de braço em tubo de ferro galvanizado a fogo, de 1 x 1,00 m; referência comercial ILB-68L/100 Ilumatic, YL-203 Yluminart, Shomei, FBL 10100 Fortiligh, RPF203 Danta Luz ou equivalente, para fixação de uma luminária externa, inclusive materiais acessórios e a mão de obra necessária para a instalação do braço
41.10.070	Cruzeta reforçada em ferro galvanizado para fixação de quatro luminárias	O item remunera o fornecimento de cruzeta reforçada, em ferro galvanizado a fogo, para a fixação de quatro luminárias externas; referência YT-10/4 1000W da Yluminart e SBC-704/S-R 4 da Shomei ou equivalente; inclusive materiais acessórios e a mão de obra necessária para a instalação da cruzeta.
41.10.080	Cruzeta reforçada em ferro galvanizado para fixação de duas luminárias	O item remunera o fornecimento de cruzeta reforçada, em ferro galvanizado a fogo, para a fixação de duas luminárias externas, inclusive materiais acessórios e a mão-de-obra necessária para a instalação da cruzeta.
41.10.260	Poste telecônico curvo em aço SAE 1010/1020 galvanizado a fogo, altura de 8,00 m	O item remunera o fornecimento de poste telecônico curvo, com altura útil de 8,00 m, aço SAE1010 / 1020 galvanizado a fogo com base e chumbadores para flangear ou com prolongamento para engastar; referência Yluminart ou equivalente; materiais complementares e acessórios; equipamentos e a mão-de-obra necessária para a instalação completa do poste, inclusive a execução da base de concreto para a fixação
41.10.330	Poste telecônico reto em aço SAE 1010/1020 galvanizado a fogo, altura de 10,00 m	O item remunera o fornecimento de poste telecônico reto, com altura útil de 10,00 m, em aço SAE-1010 / 1020 galvanizado a fogo com base e chumbadores para flangear ou com prolongamento para engastar; referência Yluminart ou equivalente; materiais complementares e acessórios; equipamentos e a mão-de-obra necessária para a instalação completa do poste, inclusive a execução da base de concreto para a fixação.
41.10.340	Poste telecônico reto em aço SAE 1010/1020 galvanizado a fogo, altura de 8,00 m	O item remunera o fornecimento de poste telecônico reto, com altura útil de 8,00 m, em aço SAE -1010 / 1020 galvanizado a fogo com base e chumbadores para flangear ou com prolongamento para engastar; referência Yluminart ou equivalente; materiais complementares e acessórios; equipamentos e a mão-de-obra necessária para a instalação completa do poste, inclusive a execução da base de concreto para a fixação.
41.10.400	Poste telecônico em aço SAE 1010/1020 galvanizado a fogo, com espera para uma luminária, altura de 3,00 m	O item remunera o fornecimento de poste telecônico com espera para uma luminária, altura útil de 3,00 m, em aço SAE-1010 / 1020 galvanizado a fogo com base e chumbadores para flangear ou com prolongamento para engastar, materiais complementares e acessórios e a mão-de-obra necessária para a instalação completa do poste, inclusive a execução da base de concreto para a fixação; não remunera suporte pendente.
41.10.410	Poste telecônico em aço SAE 1010/1020 galvanizado a fogo, com espera para duas luminárias, altura de 3,00 m	O item remunera o fornecimento de poste telecônico com espera para duas luminárias, altura útil de 3,00 m, em aço SAE-1010 / 1020 galvanizado a fogo com base e chumbadores para flangear ou com prolongamento para engastar; materiais complementares e acessórios e a mão de obra necessária para a instalação completa do poste, inclusive a execução da base de concreto para a fixação; não remunera suporte pendente.
41.10.430	Poste telecônico reto em aço SAE 1010/1020 galvanizado a fogo, altura de 6,00 m	O item remunera o fornecimento de poste telecônico reto, com altura útil de 6,00 m, em aço SAE -1010 / 1020 galvanizado a fogo com base e chumbadores para flangear ou com prolongamento para engastar; referência Yluminart ou equivalente; materiais complementares e acessórios; equipamentos e a mão-de-obra necessária para a instalação completa do poste, inclusive a execução da base de concreto para a fixação.
41.10.490	Poste telecônico reto em aço SAE 1010/1020 galvanizado a fogo, com base, altura de 7,00 m	O item remunera o fornecimento de poste telecônico reto, com altura útil de 7,00 m, em aço galvanizado a fogo, com base, chumbadores, porcas e arruelas, para engastar, concreto usinado Fck= 20 Mpa; equipamentos e a mão de obra necessária para a instalação completa do poste, inclusive a execução da base de concreto para a fixação.
41.10.500	Poste telecônico reto em aço SAE 1010/1020 galvanizado a fogo, altura de 4,00 m	O item remunera o fornecimento de poste telecônico reto, com altura útil de 4,00 m, em aço SAE -1010 / 1020 galvanizado a fogo com base e chumbadores para flangear ou com prolongamento para engastar; referência fabricação Yluminart ou equivalente; materiais complementares e acessórios; equipamentos e a mão-de-obra necessária para a instalação completa do poste, inclusive a execução da base de concreto para a fixação.



LISTA DE COMPONENTES – CDHU

Aparelho de iluminação pública (1/2)

CÓDIGO	ITEM	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
41.11.090	Luminária com corpo em tubo de alumínio tipo balizador para uso externo	O item remunera o fornecimento e instalação completa de luminária tipo poste balizador para sinalização e iluminação de áreas externas, com corpo em alumínio com pintura eletrostática na cor branca ou preta; difusor em vidro transparente, para lâmpadas de LED, ou Eletrônica, com potência máxima de 60W. Remunera também o fornecimento de materiais acessórios necessários para a instalação da luminária; referência comercial 532 FM Lustres, ST222V da Starlumen, Ecoforce ou equivalente. Não remunera o fornecimento de lâmpada e reator.
41.11.094	Luminária LED de embutir para caixa de luz 4 x 2cm, para uso externo, tipo balizador de 3 W	O item remunera o fornecimento da luminária LED de embutir tipo balizador, com potência 3W, bivolt (127/220V), ângulo de abertura de 90° a 120°, IRC>80, corpo em alumínio injetado, pintura epóxi na cor branca ou preta, difusor translúcido e lâmpada LED G9 de 3W, fluxo luminoso mínimo de 210lm a 230lm, temperatura de cor 2700K a 3000K, grau de proteção mínimo IP65; referência comercial St1314 Starlumen + St1716 Starlux ou equivalente.
41.11.116	Luminária LED retangular para poste, fluxo luminoso de 5000 a 5500 lm - potência de 50W	O item remunera o fornecimento de luminária LED retangular em poste fixo, tipo pública, temperatura de cor entre 6.000 K e 6.500 K, fluxo luminoso de 5000 lm até 5500 lm, fecho luminoso aberto 120°, vida útil >=50.000 h, potência 50 W, voltagem bivolt 110V/220V, IP>=67, corpo em alumínio e acrílico industrial. Remunera também equipamentos, materiais, acessórios e a mão de obra para a instalação completa da luminária. Não remunera o poste.
41.11.440	Suporte tubular de fixação em poste para 1 luminária tipo pétala	O item remunera o fornecimento de suporte de fixação, tipo tubular de aço carbono, em poste de iluminação tipo pétala; referências comerciais: TPC 105/1-0° da Trópico, DTS-1-60 da Repume, RCA Lâmpadas, SB-1 Reto da Induspar ou equivalente.
41.11.450	Suporte tubular de fixação em poste para 2 luminárias tipo pétala	O item remunera o fornecimento de suporte de fixação, tipo tubular de aço carbono, em poste de iluminação tipo pétala; referências comerciais: TPC 105/2-180° da Trópico, DTS-2-60 da Repume, RCA Lâmpadas, SB-2 Angular da Induspar ou equivalente.
41.11.702	Luminária LED solar integrada para poste, fluxo luminoso de 8000 lm, eficiência mínima de 130,5 lm/W - potência de 80 W	O item remunera o fornecimento de luminária LED solar integrada com suporte para fixação em poste de 7 a 8 metros, com as seguintes características: consumo do sistema 80W, tensão de trabalho mínima de 3.7Vcc, autonomia mínima de 6 h de funcionamento com potência total, 16 h dimerizado em 50% (carga total em dia de sol), temperatura da cor padrão entre 5.000 k e 6500 K, vida útil estimada da célula fotovoltaica de 90% até 10 anos, 80% até 25 anos, bateria 5 anos, circuito elétrico 10 anos, fluxo luminoso de 8000 lm e eficiência da luminária mínima de 130,5 lm/W; grau de proteção mínimo IP65, grau de impacto mínimo IK 08; referência comercial: CLS-UF80 da Conexled, Atlas All in One 80W da Fotovolt, EIF-80W da Lightsolar ou equivalente. Remunera também equipamentos, materiais, acessórios e a mão de obra para a instalação completa da luminária.
41.11.703	Luminária pública LED retangular para poste, fluxo luminoso de 14200 a 18000 lm, eficiência mínima de 120 lm/W - potência de 100 W/120 W	O item remunera o fornecimento de luminária led retangular em poste fixo, composta por led IRC>=70, temperatura de cor entre 5.000 K e 6.500 K, fluxo luminoso de 14200 lm até 18000 lm, fecho luminoso aberto, vida útil >=50.000 h, potência entre 100 W a 120 W, driver multitemperatura compatível com limites mínimo e máximo entre, 90 a 305 V, eficiência mínima 120 lm/W, corpo em alumínio com pintura, em várias cores, IP>=66. Não remunera o poste; referência comercial P-702- SPXL2508100 SplledLux, LPMI-120 Mepó Ilumina, 7017570/701742/7017571 Osram-Ledvance, FLEDSS21-5K-100W Fortlight ou equivalente. Remunera também equipamentos, materiais, acessórios e a mão de obra para a instalação completa da luminária.
41.11.704	Luminária LED retangular para poste, fluxo luminoso de 14083 lm, eficiência mínima 135 lm/W - potência de 104 W	O item remunera o fornecimento de luminária led retangular em poste fixo, composta por ledIRC>=70, temperatura de cor entre 4.000 e 5.000K, fluxo luminoso de 14.083 lm, fecho luminoso aberto, vida útil >=60.000h, potência 104W, driver multitemperatura compatível com limites mínimo e máximo entre, 275V, eficiência mínima 135lm/W, corpo em alumínio com pintura, em várias cores, IP>=67. Não remunera o poste; referência Comercial CLP-A100U da Conexled ou equivalente. Remunera também equipamentos, materiais, acessórios e a mão de obra para a instalação completa da luminária.



LISTA DE COMPONENTES – CDHU

Aparelho de iluminação pública (2/2)

CÓDIGO	ITEM	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
41.11.707	Luminária LED retangular para poste, fluxo luminoso de 27624 lm, eficiência mínima 135 lm/W - potência de 204 W	O item remunera o fornecimento de luminária led retangular em poste fixo, composta por led IRC \geq 75, temperatura de cor entre 4.000K e 5.000K, fluxo luminoso de 27624 lm, fecho luminoso aberto, vida útil \geq 60.000h, potência 204W, driver multitensão compatível com limites mínimo e máximo entre, 275 V, eficiência mínima 135lm/W, corpo em alumínio com pintura, em várias cores, IP \geq 67. Não remunera o poste; referência comercial CLP-A200U da Conexled ou equivalente. Remunera também equipamentos, materiais, acessórios e a mão de obra para a instalação completa da luminária.
41.11.721	Luminária pública LED retangular para poste, fluxo luminoso de 6250 a 6674 lm, eficiência mínima 113 lm/W - potência 40 W/59 W	O item remunera o fornecimento de luminária led retangular em poste fixo, composta por LED IRC \geq 70, temperatura de cor 5.000 K, fluxo luminoso de 6250 até 6674lm, fecho luminoso aberto, vida útil \geq 50.000h, potência entre 40 e 59 W, driver multitensão compatível com limites mínimo e máximo entre, 90 V a 305 V, eficiência mínima 113 lm/W, corpo em alumínio com pintura, em várias cores, IP \geq 54, grau de proteção IK \geq 09. Não remunera o poste. Referência comercial: CLP-U60 da Conexled, TK SL-50 Ledstar, GL216 50 3C Glight, FLEDSS21-5K-50W Fortlight ou equivalente; remunera também equipamentos, materiais, acessórios e a mão de obra para a instalação completa da luminária.

Aparelho de iluminação de longo alcance e específica

CÓDIGO	ITEM	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
41.12.210	Projetor LED modular, fluxo luminoso de 26294 lm, eficiência mínima de 125 l/W - 150 W/200 W	O item remunera o fornecimento e instalação de projetor LED modular com suporte para fixação, com índice de proteção mínimo IP67 no bloco ótico e IP54 no alojamento, índice de proteção IK de no mínimo 09, protetor de surto de no mínimo 10 KA, vida útil de no mínimo 50000 horas, com eficiência mínima de 125 l/W e fluxo luminoso mínimo de 26294 lm, temperatura de cor 4000 até 5000K; referências comerciais: CLF-MP200C da Conexled, HRS-200 da H2xtech, RFL180-B502- 002 da Pulse Led ou equivalente.

Aparelho de iluminação a prova de tempo, gases e vapores

CÓDIGO	ITEM	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
41.13.102	Luminária blindada tipo arandela de 45° e 90°, para lâmpada LED	O item remunera o fornecimento e instalação completa de luminária blindada, tipo arandela, com suporte articulado, resistente ao tempo, constituída por: corpo e grade de proteção, em alumínio fundido, com acabamento em pintura eletrostática a pó na cor cinza; globo em vidro rosqueado ao corpo; entradas de 3/4 BSP (gás), com vedação em borracha, resistente ao tempo e ao calor; soquetes de porcelana E-27, para lâmpadas LED de 13,5W (equivalente a incandescente de 100W); referência comercial Tramontina ou equivalente. Não remunera o fornecimento de lâmpada e reator.



DIMENSIONAMENTO

Exemplo Técnico para projeto: CDHU

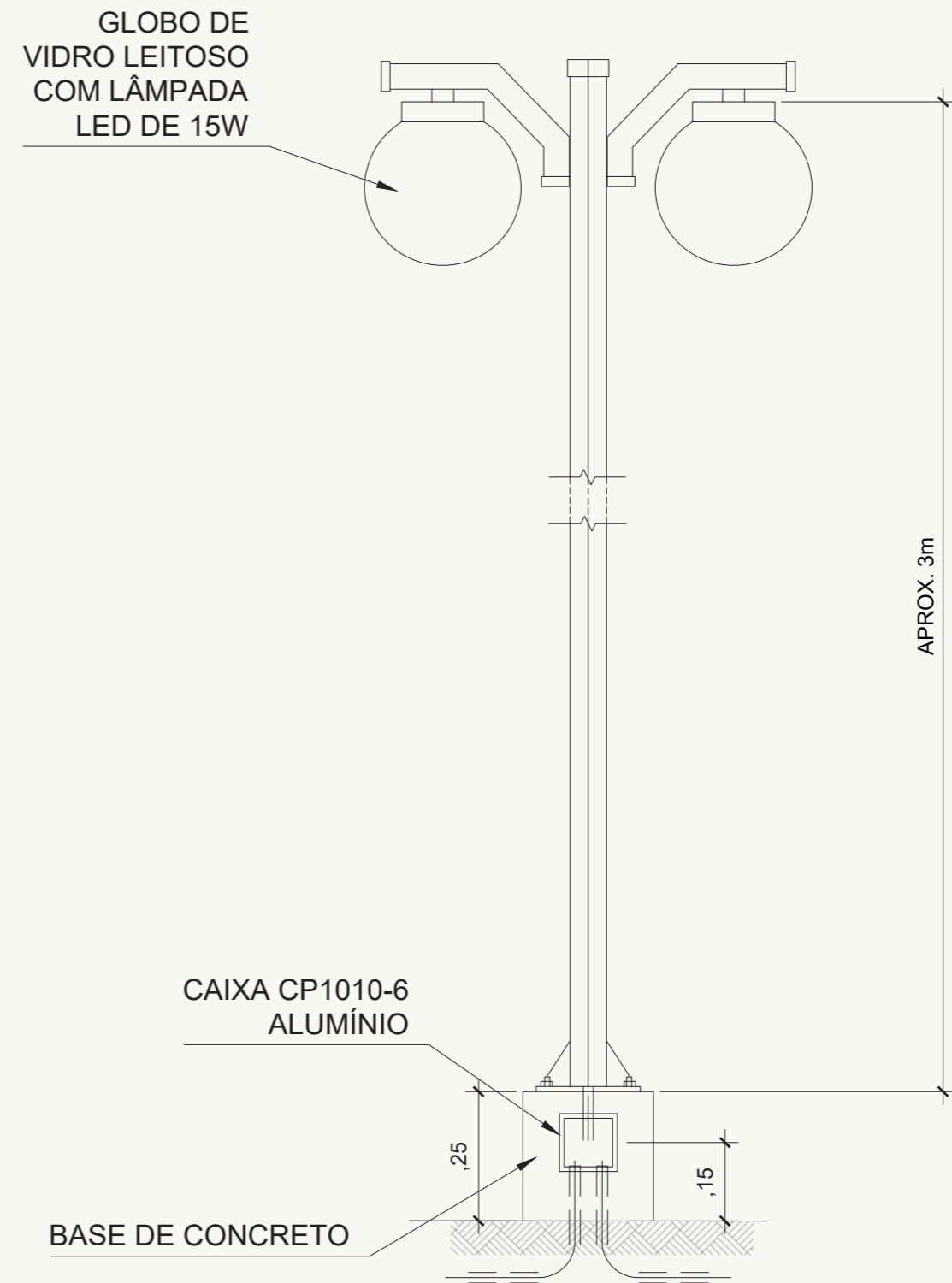
Em projetos de **conjunto residenciais** implantados pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU) no ano de 2024, o modelo adotado é o poste metálico a seguir detalhado como referência de composição e dimensionamento:

Características gerais:

- Poste metálico convencional com altura de 3m;
- Dois globos de vidro leitoso voltados para baixo, com receptáculo E27;
- Duas lâmpadas LED de 15W retrofit.

Vantagens

- Lâmpadas mais baratas e de fácil aquisição
- Dispensa de mão técnica especializada para substituição



DETALHAMENTO DE POSTE

DETALHAMENTO EM VISTA – SEM ESCALA



SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO

Coordenadoria de Planejamento Habitacional

BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOTADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I									
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL	
1 EIXO: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - TIPOLOGIA: ENERGIA ELÉTRICA - APLICAÇÃO: POSTE DE LED									
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES*								R\$	-
-	-	-	Escavação - vala para a passagem da fiação enterrada	-	-	-	-	-	
-	-	-	Reaterro - vala para passagem da fiação enterrada	-	-	-	-	-	
1.2 ENTRADA DE ENERGIA*								R\$	-
-	-	-	Itens para a execução do padrão de entrada de energia elétrica	-	-	-	-	-	
1.3 ILUMINAÇÃO*								R\$	-
-	-	-	Eletroduto	-	-	-	-	-	
-	-	-	Fiação elétrica	-	-	-	-	-	
-	-	-	Caixa de passagem	-	-	-	-	-	
-	-	-	Poste*	-	-	-	-	-	
-	-	-	Suporte/cruzeta para luminária e/ou Projetor	-	-	-	-	-	
-	-	-	Luminária em LED e/ou Projetor LED	-	-	-	-	-	
-	-	-	Relé fotoelétrico	-	-	-	-	-	
-	-	-	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - (SPDA)	-	-	-	-	-	
-	-	-	Caixa de inspeção SPDA	-	-	-	-	-	
							TOTAL s/ BDI	#REF!	
							BDI adotado: 25,00%	#REF!	
							VALOR TOTAL C/ BDI	#REF!	

Notas:

- *1.1 - **Serviços preliminares:** Os subitens listados são apenas para orientar, os quais devem estar de acordo com as especificações do projeto elaborado pelo Engenheiro Elétrico responsável.
- *1.2 - **Entrada de energia:** Os elementos que compõem a entrada de energia elétrica devem ser verificados de acordo com as especificações do projeto elaborado pelo Engenheiro Elétrico responsável.
- *1.3 - **Iluminação:** Os subitens listados são apenas para orientar, os quais devem estar de acordo com as especificações do projeto elaborado pelo Engenheiro Elétrico responsável.
- *Poste: Os itens para poste presente no boletim CDHU, remunera a instalação completa do poste, incluindo a execução da base de concreto para a fixação.

Nota:

A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha "Poste de LED" deste Caderno de Tipologias. Os códigos devem ser preenchidos após a elaboração de um projeto de iluminação por um engenheiro elétrico qualificado.

Eixo - Eficiência Energética - Energia Elétrica - Poste de LED

Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT **NBR 14744:2001. Postes de aço.** Rio de Janeiro, 2001.

ABNT **NBR 15129:2012. Luminárias para iluminação pública - Requisitos Particulares.** Rio de Janeiro, 2012.

ABNT **NBR 16202:2013. Postes de eucalipto preservado para redes de distribuição elétrica - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2013.

ABNT. **NBR 16690: Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos** — Requisitos de projeto. Rio de Janeiro, 2020.

ABNT. **NBR 5101: Iluminação pública – Classificação e recomendações para determinação dos níveis de iluminação.** Rio de Janeiro, 1992.

ABNT **NBR IEC 60598-2-1. Luminárias Parte 2: Requisitos particulares - Capítulo 1: Luminárias fixas para uso em iluminação geral.** Rio de Janeiro, 2009.

ABNT **NBR IEC 62722-2-1:2016. Desempenho de luminárias - Parte 2-1: Requisitos particulares para luminárias LED.** Rio de Janeiro, 2016.

ABNT **NBR 8451:2020. Postes de concreto.** Rio de Janeiro, 2020.

INMETRO. **Portaria n.º 20**, de 15 de fevereiro de 2017. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002452.pdf>>

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Iluminação Pública Municipal - Programas e Políticas Públicas. Orientações para Gestores Municipais.** Fev. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/sef/livreto-iluminacao-publica_2018_02_19.pdf>



EIXO



EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

TIPOLOGIA

**ENERGIA
FOTOVOLTAICA**



ENERGIA FOTOVOLTAICA

A Energia Fotovoltaica é uma forma de energia renovável que aproveita a luz do sol para gerar eletricidade. É produzida quando a luz solar incide sobre células, que são geralmente feitas de silício e outros materiais semicondutores. Os fótons da luz energizam os elétrons no material semicondutor, gerando uma corrente elétrica. O agrupamento de células fotovoltaicas formam os módulos que, por sua vez, agrupados formam painéis solares. Esses painéis solares convertem a luz solar em eletricidade de corrente contínua (CC). A eletricidade de corrente contínua é então convertida em corrente alternada (CA) por uma unidade de condicionamento de potência (inversor), que a torna compatível com a rede elétrica convencional ou com o sistema elétrico de uma residência.

Localização Estratégica

Placas fotovoltaicas podem ser aplicadas tanto individualmente em postes, como também em maior escala, como telhados de edifícios públicos, em terrenos grandes subutilizados, áreas rurais, telhados de estacionamentos ou ao longo de rodovias, ferrovias e linhas de transmissão de energia. Outro uso possível é em instalações flutuantes em lagos, represas e reservatórios, aproveitando superfícies aquáticas e reduzindo a evaporação da água.



Imagem: Milena Boni

Características Técnicas

De modo geral, um sistema fotovoltaico é um conjunto de equipamentos que fornecem energia elétrica pela conversão fotovoltaica de energia solar. Seus componentes podem ser: inversores, controladores de carga, dispositivos para controle, supervisão e proteção, armazenamento de energia elétrica, fiação, fundação e estrutura de suporte. Para a implantação de energia fotovoltaica, é necessário atribuir um engenheiro elétrico responsável e considerar características técnicas e requisitos mínimos que variam conforme a especificidade da aplicação, como:

- **Incidência Solar:** deve ser feita avaliação do potencial solar na região e os painéis solares devem ser instalados voltados para o norte no hemisfério sul, de acordo com a latitude local. É necessário considerar o posicionamento do sol durante o ano, a inclinação dos painéis e a sua angulação azimutal. Ver anexo "Dimensionamento".
- Dimensionamento de acordo com a demanda energética do local, levando em consideração o consumo médio diário e sazonal.
- **Módulos Fotovoltaicos e inversores:** escolha de equipamentos de alta eficiência e qualidade, capazes de gerar energia de forma confiável e durável.

- **Inversores:** seleção de inversores adequados para converter a corrente contínua (CC) gerada pelos painéis solares em corrente alternada (CA) utilizável.
- **Estrutura de Montagem:** utilização de estruturas de montagem robustas e seguras para fixar os painéis solares de forma estável e segura.
- **Certificações:** IEC 61215:2021 para painéis fotovoltaicos e a certificação IEC 61730-1:2016 para segurança elétrica
- **Grau de proteção mínimo:** IP65, conforme NBR 60529:2017 - Graus de proteção providos por invólucros
- Resistência à degradação, durabilidade e alta eficiência.

Ganhos

- Redução de custos com energia;
- Redução de emissões de Gases de Efeito Estufa;
- Diminuição da poluição do ar;
- Redução do impacto ambiental;
- Criação de empregos na indústria solar;
- Conscientização da população sobre a importância das energias renováveis;
- Aumento da resiliência energética;
- Baixa manutenção devido à vida longa dos componentes;
- Aumento da independência energética.

1 ERRADICAÇÃO
DA POBREZA3 SAÚDE E
BEM-ESTAR4 EDUCAÇÃO
DE QUALIDADE5 IGUALDADE
DE GÊNERO7 ENERGIA LIMPA
E ACESSÍVEL8 TRABALHO DECENTE
E CRESCIMENTO
ECONÔMICO9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO
E INFRAESTRUTURA10 REDUÇÃO DAS
DESIGUALDADES11 CIDADES E
COMUNIDADES
SUSTENTÁVEIS12 CONSUMO E
PRODUÇÃO
RESPONSÁVEIS13 AÇÃO CONTRA A
MUDANÇA GLOBAL
DO CLIMA16 PAZ, JUSTIÇA E
INSTITUIÇÕES
EFICAZES17 PARCERIAS E MEIOS
DE IMPLEMENTAÇÃO



ENERGIA FOTOVOLTAICA

Possíveis Desafios

Intermitência da Energia Solar: a dependência de sol pode resultar em produção de energia irregular.

Sombreamento: pode reduzir significativamente a eficiência dos painéis solares.

Armazenamento de Energia: para uso noturno ou em dias nublados, pois as baterias atuais podem ser caras e possuem limitações de capacidade e durabilidade, além de problemas relacionados ao seu descarte, não sendo uma opção sustentável.

Conectividade com a rede e custo elevado: condições climáticas adversas podem danificar os painéis solares e reduzir a geração de energia.

Espaço: necessidade de área suficiente para a instalação de painéis solares.

Falta de qualificação técnica.

Tipos de sistema fotovoltaicos:

- Conectado ou *on-grid*: conectado à rede de fornecimento de energia elétrica.
- Isolado ou *off-grid*: não possui qualquer conexão à rede de fornecimento de energia elétrica.
- Híbrido: resulta da associação do gerador fotovoltaico com outros tipos de geradores de energia elétrica.

Etapas de Implementação

1 – Análise de viabilidade, planejamento e projeto

Avaliação do potencial solar, análise de sombras e análise econômica. Atribuição de um engenheiro elétrico para dimensionamento do sistema, determinação da sua capacidade e escolha de componentes: seleção dos módulos fotovoltaicos, inversores, estruturas de montagem, sistemas de armazenamento (se aplicável), e outros componentes. Execução do projeto elétrico por um engenheiro especializado.

2 – Autorização e Licenciamento

Obtenção de autorizações necessárias junto aos órgãos municipais e estaduais e solicitação de aprovação para conexão do sistema à rede elétrica junto à concessionária de energia, se for um sistema on-grid.

3 – Instalação

3.1 Preparação do local;

3.2 Instalação das estruturas de montagem que suportarão os módulos fotovoltaicos;

3.3 Montagem dos módulos fotovoltaicos;

Manutenção e Gestão

A manutenção, o monitoramento e a gestão de sistemas fotovoltaicos são essenciais para garantir a eficiência, longevidade e desempenho ótimo do sistema ao longo do tempo.

- Inspeções regulares preventivas dos módulos fotovoltaicos, inversores, conexões e estruturas de montagem para identificar sinais de desgaste, corrosão ou danos físicos.
- Limpeza dos módulos: remoção de sujeira, poeira, folhas e outros detritos que podem

3.4 Instalação de inversores, baterias (se aplicável) e outros componentes;

3.5 Conexão elétrica entre os módulos, inversores e sistema de distribuição de energia (se aplicável sistema On-grid).

4 – Inspeção e Comissionamento

Verificação de conformidade com os códigos elétricos e regulamentos de construção; Testes de funcionamento do sistema para garantir plena operação dos componentes, configuração e ativação do sistema para início da geração de energia.

5 – Monitoramento e manutenção

Monitoramento contínuo, manutenção preventiva, análise de desempenho do sistema e atualizações conforme identificação de oportunidades de melhoria para melhora da eficiência.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos

acumular-se na superfície dos módulos e reduzir a eficiência. A frequência da limpeza depende da localização e das condições ambientais.

- Verificação das conexões elétricas: caixas de junção, inversores e sistemas de aterramento.
- Manutenção das baterias (se existente): monitorar o estado de carga, realizar ciclos de carga e descarga regulares e verificar o nível de eletrólito em baterias de chumbo-ácido.
- Reparos de componentes.
- Atualização de Software.





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Energia Fotovoltaica

1. Erradicação da pobreza



1.4 Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo microfinanças

3. Saúde e bem estar



3.d Reforçar a capacidade de todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, para o alerta precoce, redução de riscos e gerenciamento de riscos nacionais e globais de saúde

4. Educação de qualidade



4.7 Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável

5. Igualdade de gênero



5.b Aumentar o uso de tecnologias de base, em particular as tecnologias de informação e comunicação, para promover o empoderamento das mulheres

7. Energia limpa e acessível



7.2 Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa

7.b Até 2030, expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, particularmente nos países menos desenvolvidos, nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento e nos países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio

8. Trabalho decente e crescimento econômico



8.9 Até 2030, elaborar e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos e promove a cultura e os produtos locais

9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Energia Fotovoltaica

10. Redução das desigualdades



10.2 Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra

11. Cidades e comunidades sustentáveis



11.7 Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência

12. Consumo e produção responsáveis



12.7 Promover práticas de compras públicas sustentáveis, de acordo com as políticas e prioridades nacionais

13. Ação contra a mudança global do clima



13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

16. Paz, Justiça e Instituições eficazes



16.1 Reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionada em todos os lugares

17. Parcerias e meios de implementação



17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado





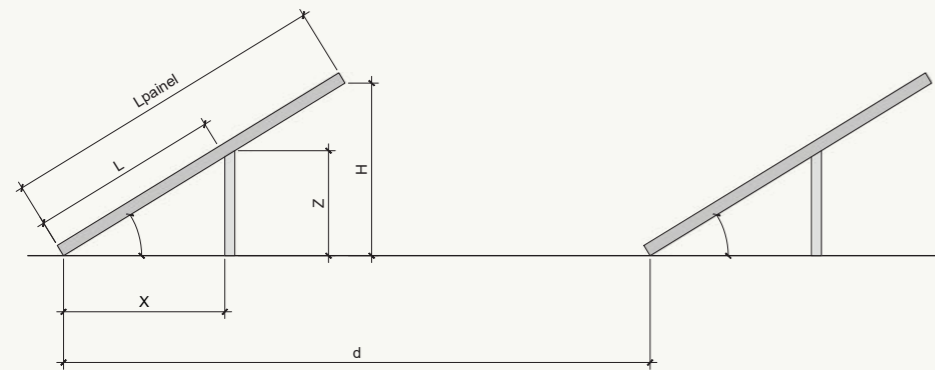
DIMENSIONAMENTO

Requisitos Técnicos de Projeto

Para fazer o dimensionamento de um sistema fotovoltaico, visando o melhor aproveitamento das condições locais, dada a variação dos valores de incidência solar no território e a busca por uma inclinação cujo aproveitamento seja máximo, deve-se considerar o ângulo de incidência do sol e sua variação conforme o local de implantação e a estação do ano. Para a determinação da inclinação ótima, na qual os raios de sol incidem perpendicularmente à superfície dos painéis, é necessário, primeiramente, obter os dados relativos à latitude.

Define-se o **ângulo de inclinação do painel como igual à latitude do local de instalação dos painéis.**

Tratando-se da aplicação no hemisfério Sul, seu posicionamento deve ser voltado ao norte, a fim de otimizar a captação de sol, especialmente no inverno. Recomenda-se, quando possível, o **ajuste das placas conforme as estações do ano.** Durante o verão é desejável diminuir o ângulo de inclinação, enquanto no inverno é necessário aumentar o ângulo de inclinação.



$$Z = L \cdot \sin \alpha$$

$$X = L \cdot \cos \alpha$$

$$d = 3,5 \cdot Z$$

α - inclinação do painel

X - distância linear da haste

Z - altura da haste

H - altura máxima do painel

L - dist. da haste com relação ao painel

d - distância entre painéis

Cálculo de desempenho e produção energética

A fim de definir qual o desempenho dos módulos fotovoltaicos, as seguintes equações são utilizadas:

$$(1) \quad P_{fv}[Wp] = \frac{(E/TD)}{HSP_{ma}}$$

$$(2) \quad TD [\%] = \frac{(E_{fv}/Irt) \cdot 100\%}{E_{fstc} [\%]}$$

P_{fv} - potência pico do módulo fotovoltaico

TD - taxa de desempenho

E - consumo diário médio anual

HSP_{ma} - média diária das Horas de Sol Pleno (HSP)

E_{fv} - energia produzida pelo sistema (unidade: kWh/mês ou kWh/ano)

I_{rt} - irradiação total incidente na área do módulo fotovoltaico

E_{fstc} - eficiência nominal dos módulos fotovoltaicos nas condições padrão de ensaio (STC)

É possível dimensionar um sistema fotovoltaico no que diz respeito à relação número de placas x produção energética.

A primeira forma tem como base um valor fixo de demanda ou expectativa de geração energética, definido previamente conforme as diretrizes do projeto, que implica no cálculo de placas e, conseqüentemente, de área útil necessária para a captação. Enquanto a segunda forma é dada pelo inverso: uma área já definida que implica em um número de placas possíveis para alocação e a conseqüente definição da capacidade de produção desse sistema.

Com a demanda ou expectativa definida:

1. Obtenha dados sobre a Irradiação Solar média anual [kWh/m²/dia] para a localização específica e calcule a média diária de horas de sol pleno. Os dados podem ser obtidos no site da CRESESB a partir dos dados de latitude e longitude da cidade.

2. Sabendo a potência nominal dos painéis a serem implantados, calcule o número de painéis necessários:

$$N_{\text{painéis}} = \frac{E_{\text{total}}}{\text{Potência de um painel} \times \text{HSP} \times \text{Eficiência do Sistema}}$$

E_{total} - Energia total produzida

N_{painéis} - número total de painéis

HSP - Horas de Sol Pleno,

P - Potência de um painel

E - Eficiência do sistema

3. Ao obter o número de painéis e com as especificações do fabricante com relação à área de cada painel e distanciamento necessário, é possível obter a área total necessária para a produção estimada.

De forma inversa, é possível definir a Energia total a partir de um determinado número de painéis com especificações definidas.



SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO

Coordenadoria de Planejamento Habitacional

BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOTADO: até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I									
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL	
1 EIXO: SISTEMA GERADOR FOTOVOLTAICO									
1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES*								R\$	-
-	-	-	Escavação - vala para a passagem da fiação enterrada (quando aplicável)	-	-	-	-	-	
-	-	-	Reaterro - vala para passagem da fiação enterrada (quando aplicável)	-	-	-	-	-	
1.2 ENTRADA DE ENERGIA*								R\$	-
-	-	-	Itens para a execução do padrão de entrada de energia elétrica (quando aplicável)	-	-	-	-	-	
1.3 SISTEMA FOTOVOLTAICO*								R\$	-
-	-	-	Unidade de condicionamento de potência-UCP (inversor, microinversor, outro, definido em projeto)	-	-	-	-	-	
-	-	-	Módulo fotovoltaico (potencia a ser definida em projeto)	-	-	-	-	-	
-	-	-	Fiação para o sistema gerador fotovoltaico	-	-	-	-	-	
-	-	-	Caixa de Junção (String Box) contemplando as proteções elétricas do sistema. (a ser definida em projeto)	-	-	-	-	-	
-	-	-	Suportes e fixações do sistema	-	-	-	-	-	
-	-	-	Conectores	-	-	-	-	-	
TOTAL s/ BDI								#REF!	
BDI adotado: 25,00%								#REF!	
VALOR TOTAL C/ BDI								#REF!	

Notas:

- *1.1 - Serviços preliminares:** Os subitens listados são apenas para orientar, os quais devem estar de acordo com as especificações do projeto elaborado pelo Engenheiro Elétrico responsável.
- *1.2 - Entrada de energia:** Os elementos que compõem a entrada de energia elétrica devem ser verificados de acordo com as especificações do projeto elaborado pelo Engenheiro Elétrico responsável.
- *1.3 - Sistema Fotovoltaico:** Os itens listados são apenas para orientar, os quais devem estar de acordo com as especificações do projeto elaborado pelo Engenheiro Elétrico responsável. Outros itens podem ser necessários de acordo com o projeto elétrico e devem ser incluídos na presente planilha para elaboração do orçamento.
- *Para implementar este serviço, deverá ser apresentado três orçamentos, adotando o menor valor global entre as empresas, para viabilizar a contratação da empresa especializada nesta tecnologia.**

Nota:

A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha "Energia Fotovoltaica" deste Caderno de Tipologias. Os códigos devem ser preenchidos após a elaboração de um projeto de iluminação por um engenheiro elétrico qualificado.
Eixo - Eficiência Energética - Energia Fotovoltaica
Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 10899: Energia solar fotovoltaica — Terminologia.** Rio de Janeiro, 2013.

ABNT. **NBR 16690: Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos** — Requisitos de projeto. Rio de Janeiro, 2020.

ABNT. **NBR 16274: Sistemas fotovoltaicos conectados à rede — Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho.** Rio de Janeiro, 2014.

ABNT. **NBR 16767: Elementos e baterias estacionárias para aplicação em sistemas fotovoltaicos não conectados à rede elétrica de energia (off-grid) — Requisitos gerais e métodos.** Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil - Infográfico ABSOLAR.** Atualizado em 03/01/2022, nº 39. Bela Vista, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2022/01/2022.01.11-Infografico-ABSOLAR-n%C2%B0-39.pdf>>



EIXO



SINALIZAÇÃO

TIPOLOGIA

**SINALIZAÇÃO HORIZONTAL
DE ESPAÇOS CICLOVIÁRIOS**



SINALIZAÇÃO - 1/10

SINALIZAÇÃO HORIZONTAL DO ESPAÇO CICLOVIÁRIO

A sinalização horizontal de ciclofaixa é um componente essencial do sistema viário, composto por setas, símbolos e inscrições que delimitam e identificam as áreas destinadas ao tráfego de bicicletas. Sua função principal é regular e direcionar o fluxo de ciclistas, pedestres e veículos, contribuindo para a segurança e o conforto de todos os usuários da via.

Localização Estratégica

A sinalização horizontal não apenas delimita toda a extensão da ciclofaixa, mas também é especialmente presente em áreas críticas, como cruzamentos, travessias de pedestres, pontos de ônibus e entradas de escolas.

Recomenda-se aos contratantes que observem a certificação de qualidade para componentes de sistemas e para as empresas fornecedoras de produtos

Fontes:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEGURANÇA VIÁRIA. **Mastercard - Plástico a frio**. Boletim Técnico. Cabreúva-SP.

Conselho Nacional de Trânsito (Brasil). (CONTRAN). **Sinalização Cicloviária / CONTRAN - DENATRAN**. 1ª edição – Brasília: CONTRAN, 2021. (Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito).

INDUTIL. **Base de Água Acquabike**. Boletim informativo. Disponível em: <https://indutil.com.br/wp-content/uploads/2023/11/Aquabike.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2023.

Companhia de Engenharia de Tráfego (CET). **Manual de Sinalização Urbana - Espaço Cicloviário**. Volume 13. Revisão 01. Outubro de 2020.



Imagem: Milena Boni

Características Técnicas (padrão de cores):

1. Amarela
 - Regula o fluxo de sentidos opostos;
 - Delimita espaços onde estacionamento e/ou parada são proibidos;
 - Marca de obstáculos;
 - Marca a área de cruzamento com faixa exclusiva para contrafluxo;
 - Marca áreas de conflito.
2. Branca
 - Regula fluxos unidirecionais;
 - Marca delimitadora de estacionamento regulamentado;
 - Linha de retenção veicular;
 - Linha de estímulo à redução de velocidade;
 - Linha de “Dê a Preferência”;
 - Faixas para travessia de pedestres;
 - Marcação de cruzamento entre rodovias e ciclovias;
 - Marcação de área de cruzamento com faixa exclusiva, setas, símbolos e legendas.

3. Vermelho

Utilizada para identificar ciclofaixas ou ciclovias, proporcionando contraste no pavimento através de linhas ou pintura total, bem como na exibição do símbolo de “Serviços de saúde”.

Características Técnicas (material):

A sinalização de áreas destinadas a melhorar a visibilidade, com o objetivo de aumentar a segurança dos usuários e reduzir acidentes, deve empregar materiais de alto desempenho. Estes materiais são formulados com resinas especiais, como plástico a frio ou acrílico epóxi, combinados com agregados minerais e grãos abrasivos de vidro para garantir alta resistência ao desgaste e características antiderrapantes.

3 SAÚDE E BEM-ESTAR



4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS





SINALIZAÇÃO HORIZONTAL DO ESPAÇO CICLOVIÁRIO

Possíveis Desafios

- Adaptação à infraestrutura viária existente.
- Manutenção da sinalização em áreas de conflito.
- Assegurar uma sinalização clara para promover a segurança de todos os usuários.

Etapas de Implementação

1. Resina com plástico a frio:
 - Preparação do pavimento e teste: O piso deve estar limpo, seco e livre de contaminações, como pó, óleo, graxa e agentes de cura. É recomendável realizar um pequeno teste antes da aplicação contínua nas estradas;
 - Aplicação manual: Para as aplicações manuais, agite o produto por um minuto, adicione o catalisador e agite por mais um minuto. O produto estará pronto para aplicação, proporcionando continuidade e conectividade para os ciclistas;
 - Aplicação mecânica: Para aplicações automatizadas, siga as recomendações técnicas específicas para cada tipo de máquina.
2. Resina com acrílico epóxi:
 - Aplicar sobre uma superfície limpa, seca e livre de impurezas, como poeira, areia, óleos ou gorduras. Em caso de cimento novo, fraco ou desagregado, é recomendado lixar a superfície, lavá-la para remover toda a poeira e aguardar a completa secagem. Após esses procedimentos, aplicar o promotor de aderência;
 - Utilize agitação mecânica para homogeneizar, usando uma furadeira ou uma haste homogeneizadora;
 - Combine os conteúdos das embalagens, misturando o componente A com o agente de cura;
 - Homogeneizar por 03 minutos e aplicar o produto.

Manutenção e Gestão

A manutenção e gestão da sinalização horizontal nas ciclovias são de responsabilidade da prefeitura e suas secretarias. É essencial monitorar regularmente as pinturas no pavimento, pois podem se desgastar rapidamente, dependendo do material utilizado. A prefeitura também deve estar preparada para repintar as marcações quando necessário, garantindo a segurança dos usuários.

Ganhos

- Aumento da segurança para pedestres e ciclistas;
- Ordenamento do trânsito.





SINALIZAÇÃO HORIZONTAL DO ESPAÇO CICLOVIÁRIO

1 Marcas longitudinais

1.1 Padrão I

1.2 Padrão II

1.3 Linha de divisão de fluxos opostos

1.4 Linha de divisão de fluxos de mesmo sentido

1.5 Linha de bordo

1.6 Linha de continuidade

2 Marcas transversais

2.1 Linha de retenção

2.2 Faixa de travessia de pedestres

2.3 Marcação de cruzamento rodocicloviário

3 Marca delimitadora de estacionamento regulamentado (MER)

4 Inscrições no pavimento

4.1 Seta "Sentido de Circulação"

4.2 Setas "Vire à Esquerda", "Vire à Direita", "Siga em Frente ou à Esquerda" ou "Siga em Frente ou à Direita"

4.3 Símbolo "Bicicleta"

4.4 Sinal "Dê a preferência"

4.5 Símbolo: "Pedestre"

4.6 Legenda "PARE"

4.7 Legenda "OLHE" com setas à esquerda e à direita

4.8 Legenda "ESCOLA"

4.9 Legenda "ÔNIBUS"

Fontes:

Conselho Nacional de Trânsito (Brasil). (CONTRAN). Sinalização Cicloviária / CONTRAN - DE-NATRAM. 1ª edição – Brasília: CONTRAN, 2021. 405p.: il. (Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito).

1 MARCAS LONGITUDINAIS

1.1 Padrão I

Uma linha interna vermelha, com 0,15 metros de largura para proporcionar contraste, é empregada para demarcar o espaço destinado às ciclovias em situações comuns.

1.2 Padrão II

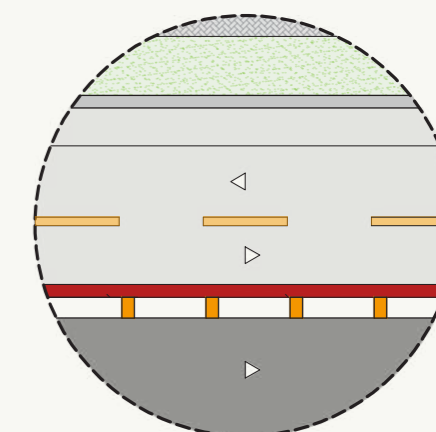
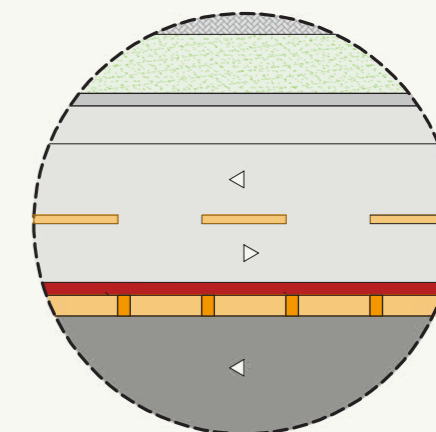
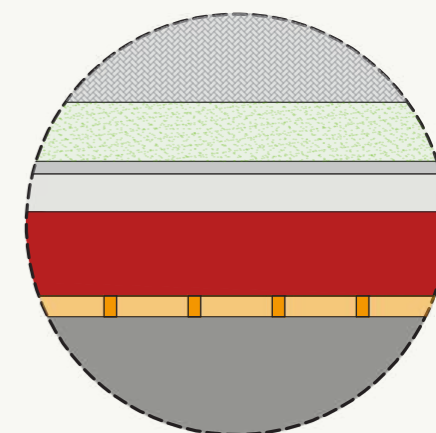
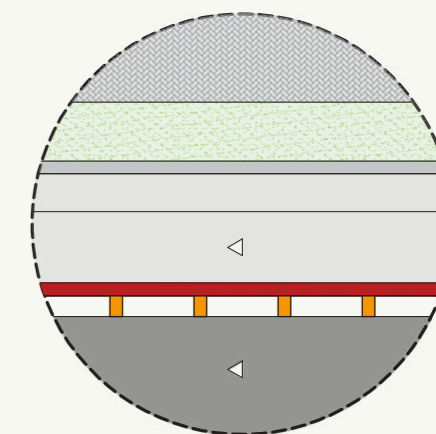
A demarcação é realizada através de uma pintura integral em vermelho para proporcionar contraste em toda a largura útil da ciclofaixa. Essa técnica é empregada para delimitar o espaço cicloviário em trechos críticos, como nas aproximações de interseções, faixas de travessia de pedestres e cruzamentos rodocicloviários, abrangendo um comprimento de 10 metros.

1.3 Linha de divisão de fluxos opostos

Para separar os fluxos opostos entre ciclistas e veículos automotores, recomenda-se o uso de uma linha amarela contínua com 0,25 metros de largura. Já para separar os fluxos opostos em uma ciclofaixa bidirecional, é indicado o uso de uma linha amarela com 0,10 metros de largura. Esta linha deve ser tracejada em trechos onde a ultrapassagem é permitida ao longo do percurso e contínua em áreas onde a ultrapassagem é proibida, como próximo a áreas de conflito.

1.4 Linha de divisão de fluxos de mesmo sentido

Para separar o fluxo de mesmo sentido entre ciclistas e veículos automotores, recomenda-se o uso de uma linha branca contínua com 0,25 metros de largura. As características da linha de divisão de fluxos em uma ciclofaixa bidirecional permanecem as mesmas conforme especificado no item 1.3.





1.5 Linha de bordo

Empregada para marcar os limites do espaço destinado às bicicletas na pista de rolamento, podendo ser aplicada em um ou ambos os lados. Trata-se de uma linha contínua de cor branca, com 0,10 metros de largura, devendo sempre ser acompanhada por uma linha ou área na cor vermelha para garantir contraste. É obrigatória em ciclofaixas sobre calçadas ou canteiros, onde divide o espaço entre pedestres e ciclistas, além de servir como alerta para obstáculos no percurso cicloviário.

1.6 Linha de continuidade

Empregada para garantir a continuidade visual das linhas longitudinais em áreas de interrupção. A linha de continuidade é simples e tracejada, com traços e intervalos de 1 metro, mantendo as mesmas características de cor e largura da linha interrompida. É obrigatória a sua associação com uma linha vermelha para proporcionar contraste, exceto no caso de ciclovias.

2 MARCAS TRANSVERSAIS

2.1 Linha de retenção

Trata-se de uma linha contínua branca que sinaliza ao ciclista o ponto limite onde deve parar sua bicicleta. Quando posicionada na pista de rolamento, sua largura é de 0,40 metros e deve estar localizada a uma distância mínima de 1,60 metros da faixa de travessia de pedestres. Nas áreas cicloviárias situadas sobre canteiros, sua largura varia entre 0,20 metros e 0,40 metros, e deve estar posicionada a uma distância mínima de 1,0 metro do meio-fio, alinhada o meio-fio ou com o término do canteiro, a uma distância mínima de 0,50 metros da marcação de cruzamento rodocicloviário ou da faixa de travessia de pedestres, e a uma distância mínima de 0,50 metros do rebaixamento de calçada para ciclistas.

2.2 Faixa de travessia de pedestres

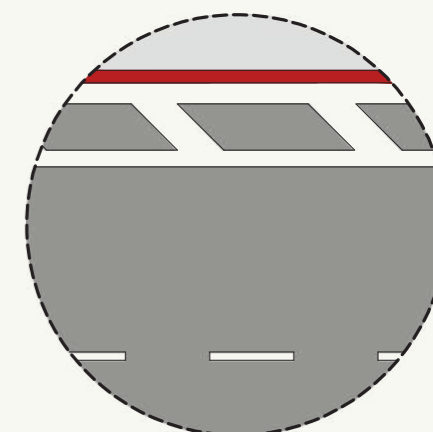
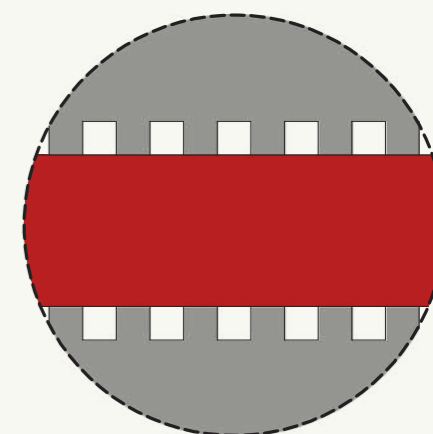
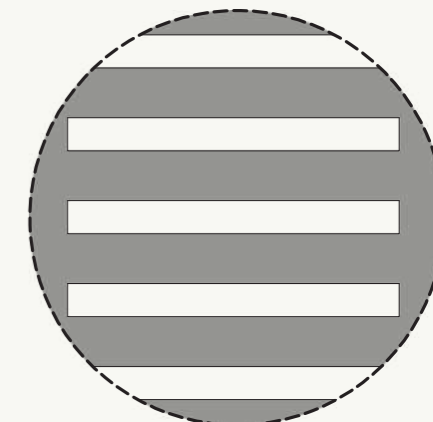
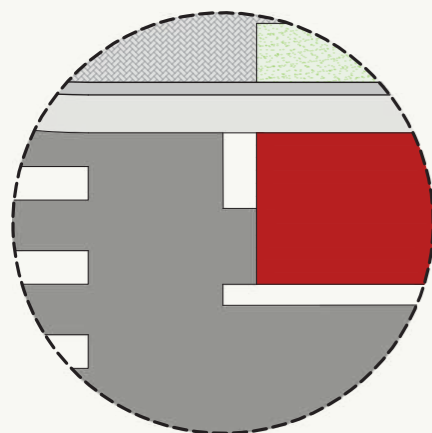
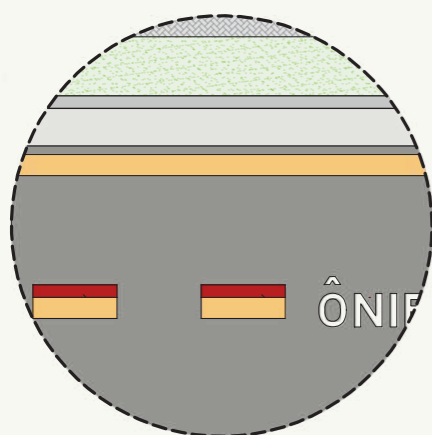
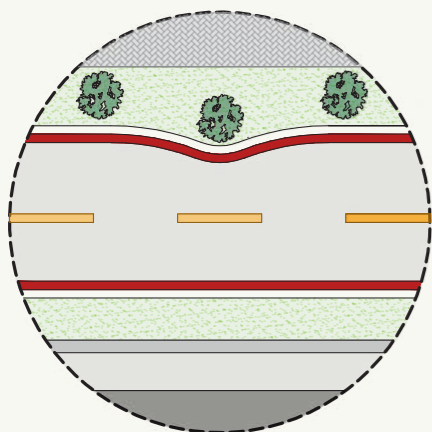
Essa marcação indica a área da pista destinada à travessia de pedestres. Em espaços cicloviários isolados, as linhas paralelas devem ter uma largura de 0,20 metros e um espaçamento de 0,30 metros. Na pista de rolamento, a faixa de pedestres deve ter uma largura variável entre 0,30 metros e 0,40 metros, com uma distância entre elas de 0,30 metros a 0,80 metros. A extensão mínima recomendada para as linhas é de 3,00 metros, sendo preferível uma extensão de 4,00 metros, conforme o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito.

2.3 Marcação de cruzamento rodocicloviário

Essa marcação indica a área onde os ciclistas devem atravessar a pista e alerta os condutores de veículos automotores sobre a presença de um cruzamento entre a pista de rolamento e uma ciclovia ou ciclofaixa. Essas marcações podem ser quadradas quando o cruzamento é em ângulo reto ou seguem a inclinação da via transversal. Devem ser utilizadas em locais onde seja identificada a necessidade de indicar aos ciclistas um local seguro para atravessar, determinados por estudos de engenharia.

3 MARCA DELIMITADORA DO ESTACIONAMENTO REGULAMENTADO

Esta marcação regulamenta e delimita a área da pista onde o estacionamento é permitido. A largura efetiva da vaga pode variar entre 2,20m e 2,70m, podendo ser ajustada dentro desses limites conforme determinado por estudos de engenharia para garantir a segurança. Na interseção, a marca de delimitação do estacionamento regulamentado deve começar de forma a permitir os movimentos de conversão, recomendando-se uma distância mínima de 10,0m do meio-fio da via transversal. Quando há guia rebaixada (GR), deve ser mantida uma distância mínima de 2,0m dessa guia.





4 INSCRIÇÕES NO PAVIMENTO

Detalhamento nas próximas páginas.

4.1 Seta “Sentido de Circulação”

Essa marcação é essencial para determinar o sentido de circulação obrigatório na faixa destinada a bicicletas, sempre acompanhada do símbolo ‘Bicicleta’, ambos com 1,5 metros de comprimento e um intervalo de 1,5 metros entre eles. É obrigatória sua utilização em interseções e deve ser repetida a cada 30 metros ao longo do percurso.

4.2 Setas “Vire à Esquerda”, “Vire à Direita”, “Siga em Frente ou à Esquerda” ou “Siga em Frente ou à Direita”

Essa marcação é essencial para guiar os movimentos permitidos nos espaços cicloviários, sendo posicionada antes das interseções e nos pontos de decisão para mudança de direção. Deve sempre ser acompanhada pelo símbolo ‘Bicicleta’ e pode estar associada ao símbolo ‘Dê a Preferência’ ou à legenda ‘Pare’. O comprimento dos elementos deve ser de 1,5 metros, com uma distância entre eles também de 1,5 metros.

4.3 Símbolo “Bicicleta”

Indica a presença de vias, pistas ou faixas exclusivas para ciclistas, bem como áreas destinadas ao estacionamento de bicicletas. Deve ser utilizada em conjunto com setas direcionais e outros símbolos pertinentes.

4.4 Símbolo “Dê a preferência”

Regulamenta a obrigatoriedade do ciclista dar preferência de passagem aos veículos que circulam na via em que pretende entrar ou cruzar. O vértice do símbolo deve apontar para o sentido oposto de circulação. A distância mínima entre o símbolo e o fim da marca longitudinal deve ser de 1,0 metro, e a distância máxima em relação ao prolongamento do meio-fio deve ser de 3 metros.

4.5 Símbolo: “Pedestre”

Indica o espaço designado para a circulação de pedestres, utilizado em situações de trânsito compartilhado entre pedestres e ciclistas. Em áreas compartilhadas entre pedestres e ciclistas, esse símbolo deve estar acompanhado pelo símbolo ‘Bicicleta’.

4.6 Legenda “PARE”

Regulamenta a obrigação do condutor de bicicleta de parar seu veículo antes de entrar ou cruzar a via/pista. A legenda ‘PARE’ deve ser ajustada à faixa de tráfego correspondente, com uma mensagem para cada sentido de circulação. A marca ‘PARE’ deve estar localizada a uma distância mínima de 1,0 metro do fim da marca longitudinal e da faixa para travessia de pedestres, e a uma distância máxima de 3 metros do prolongamento do meio-fio.

4.7 Legenda “OLHE” com setas à esquerda e à direita

A legenda ‘OLHE’ é um sinal destinado aos pedestres, alertando-os a observar ambos os lados antes de atravessar a via, independentemente do sentido de circulação, a fim de evitar o risco de serem atingidos por ciclistas. Pode ser empregada em faixas de pedestres, tanto com semáforos quanto sem, em situações onde a presença de ciclistas é inesperada para os pedestres, aumentando os riscos de travessia. Essas situações incluem:

- Ciclovias bidirecionais em calçadas ou canteiros
- Ciclofaixas bidirecionais em vias de sentido único de circulação;
- Ciclofaixas unidirecionais contra o fluxo de sentido de circulação da via.

4.8 Legenda “ESCOLA”

A legenda “ESCOLA” deve ter altura de 0,40m, centrada na marca delimitadora de parada. Acompanha marca amarela delimitadora de parada com largura igual a da ciclofaixa bidirecional ou de no mínimo 2,20m do meio fio em ciclofaixa unidirecional;

4.9 Legenda “ÔNIBUS”

Legenda “ÔNIBUS” com altura de 0,40m, acompanha a marca delimitadora de ponto de parada de transporte coletivo amarela com largura igual à da ciclofaixa bidirecional ou de no mínimo 2,20 m, no caso de ciclofaixa unidirecional;



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Metas relacionadas à Sinalização Horizontal do Espaço Cicloviário



9. Indústria, inovação e infraestrutura



9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos

9.a Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países menos desenvolvidos, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento

10. Redução das desigualdades



10.2 Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra

11. Cidades e comunidades sustentáveis

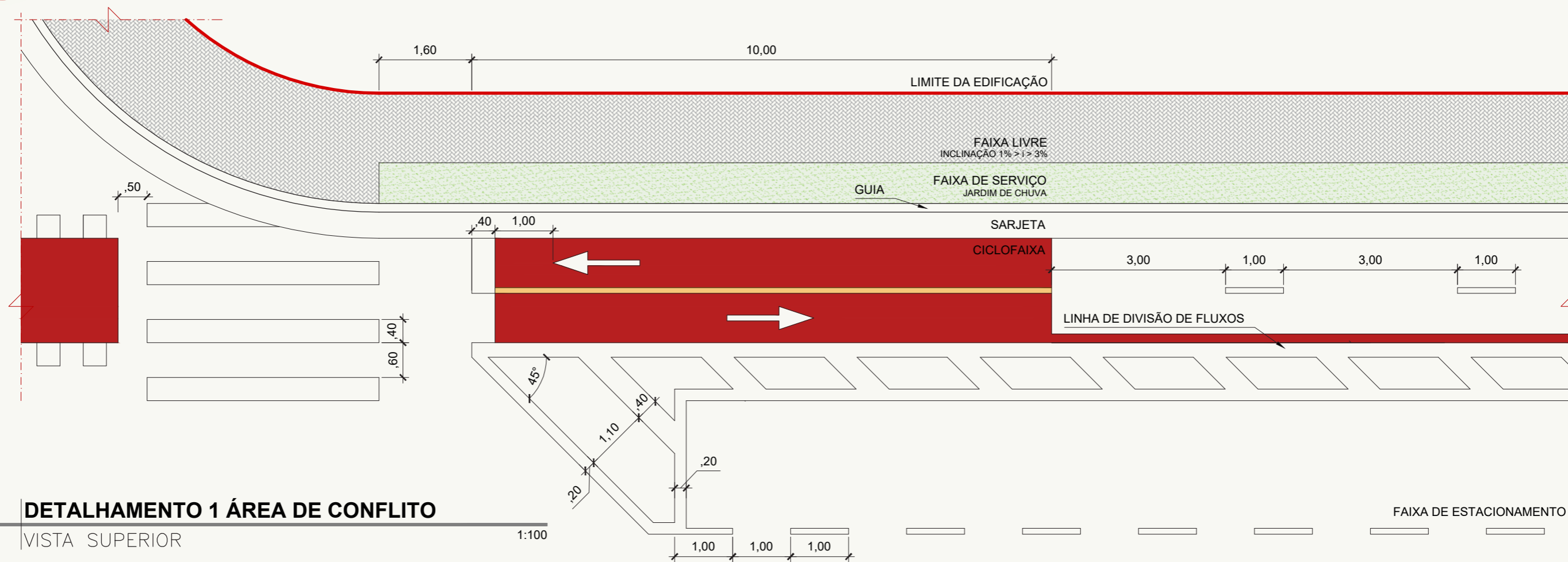


11.1 Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas

11.2 Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos



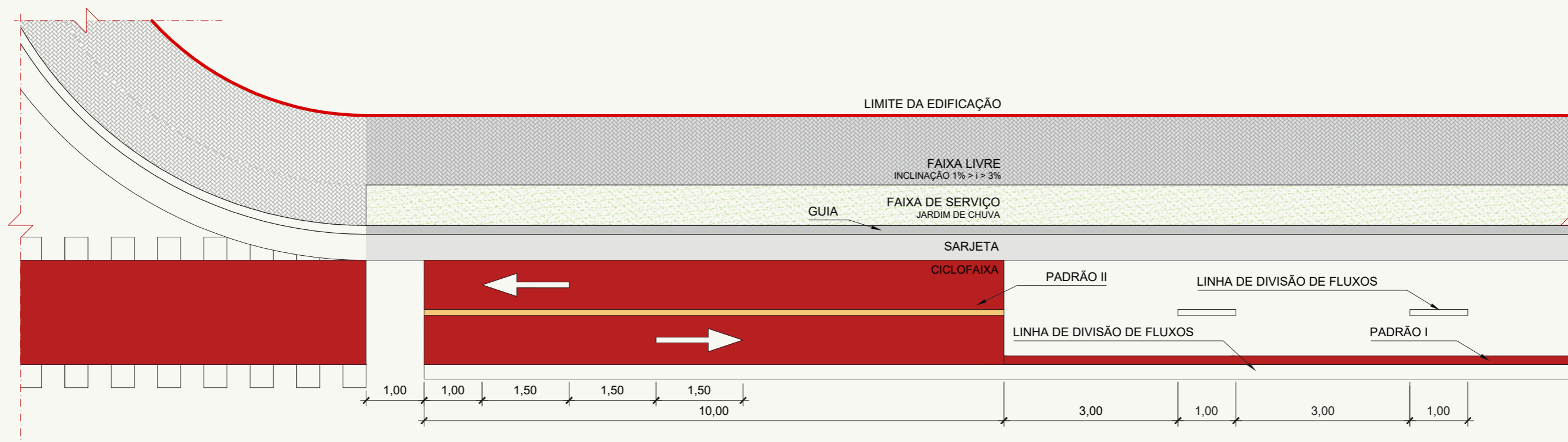
SINALIZAÇÃO - SINALIZAÇÃO HORIZONTAL DO ESPAÇO CICLOVIÁRIO - 7/10



DETALHAMENTO 1 ÁREA DE CONFLITO

VISTA SUPERIOR

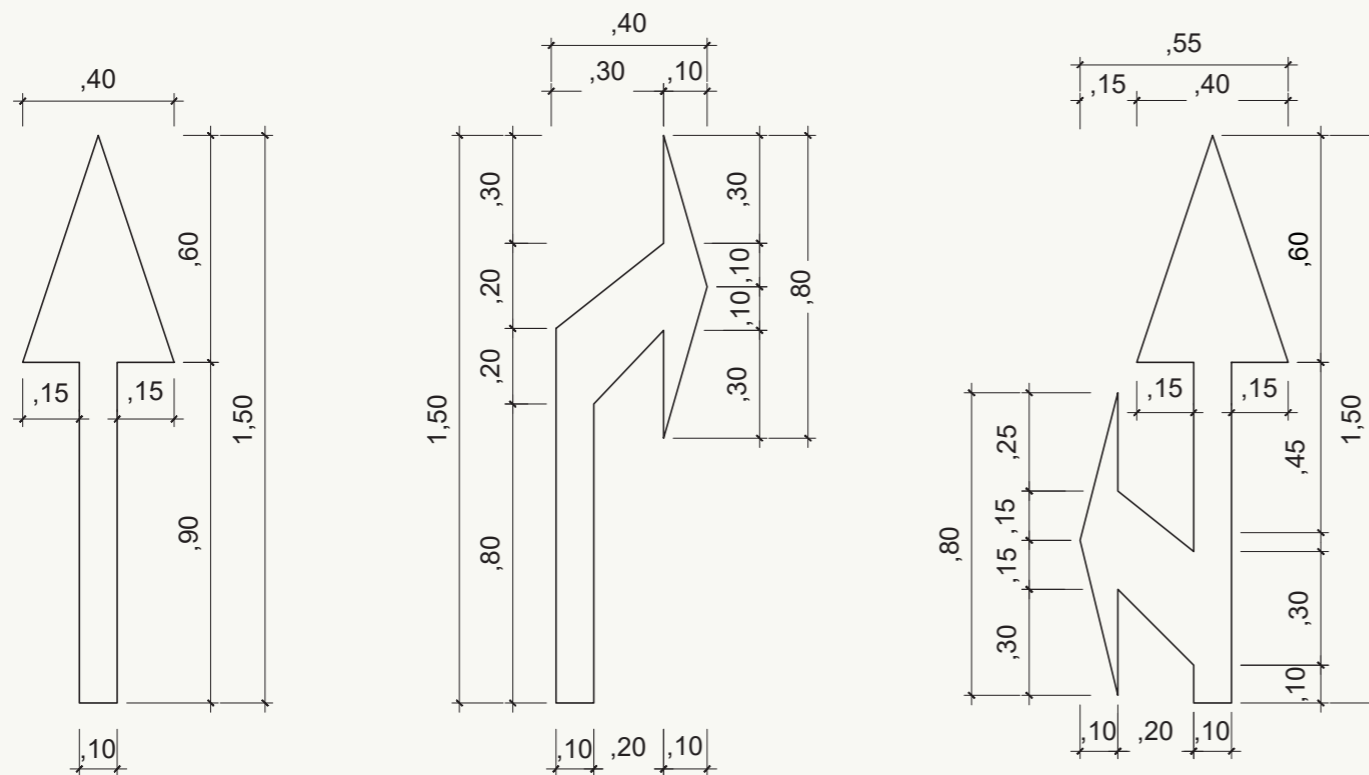
1:100



DETALHAMENTO 2 ÁREA DE CONFLITO

VISTA SUPERIOR

1:100



DETALHAMENTO DAS SETAS

VISTA SUPERIOR

1:20



DETALHAMENTO LEGENDA "PARE"

VISTA SUPERIOR

1:20



DETALHAMENTO LEGENDA "ESCOLA"

VISTA SUPERIOR

1:20



DETALHAMENTO LEGENDA "OLHE"

CORTE AA

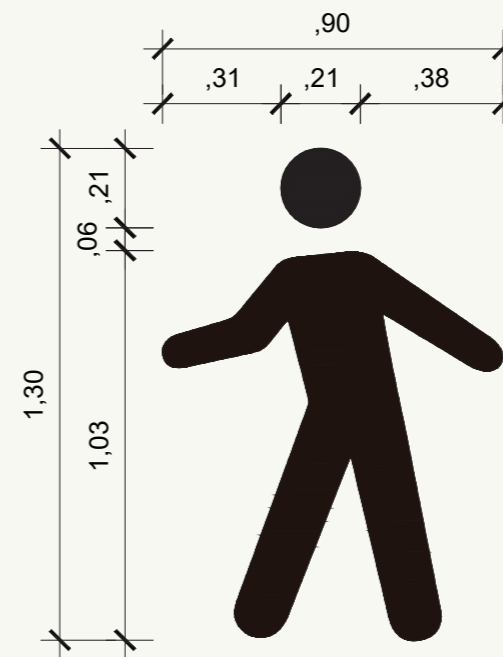
1:10



DETALHAMENTO LEGENDA "ÔNIBUS"

VISTA SUPERIOR

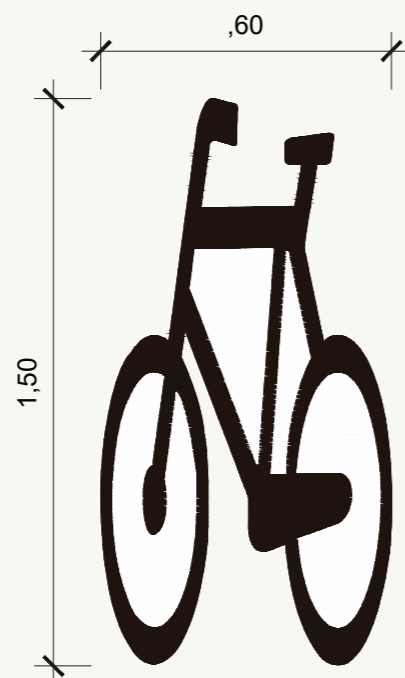
1:20



DETALHAMENTO SÍMBOLO "PEDESTRE"

VISTA SUPERIOR

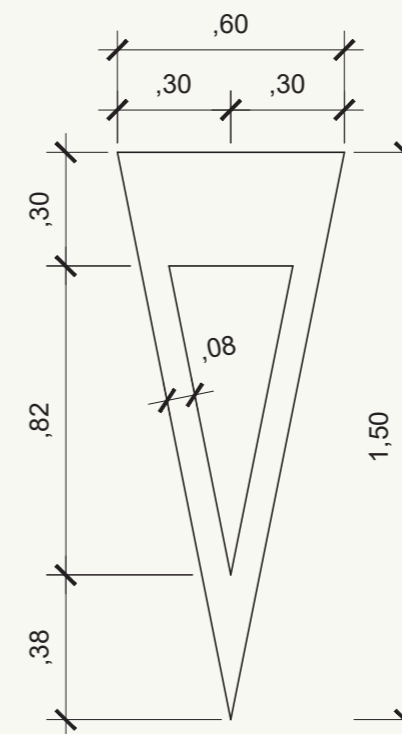
1:20



DETALHAMENTO SÍMBOLO "BICICLETA"

VISTA SUPERIOR

1:20



DETALHAMENTO SÍMBOLO "DÊ A PREFERÊNCIA"

VISTA SUPERIOR

1:20



SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO

Coordenadoria de Planejamento Habitacional

BOLETIM: CDHU n.º XXX com desoneração - SINAPI XXX com desoneração

BDI ADOTADO: Até 25,00%

PLANILHA ORÇAMENTARIA DETALHADA DA OBRA - ANEXO I									
BOLETIM	CÓDIGO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL E MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL	
1 EIXO: SINALIZAÇÃO - TIPOLOGIA: SINALIZAÇÃO HORIZONTAL DO ESPAÇO CICLOVIÁRIO									
1.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL								R\$	-
CDHU	7002010	-	Sinalização horizontal com tinta vinílica ou acrílica	M2	-	-	-	-	
1.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL								R\$	-
CDHU	7003001	-	Placa para sinalização viária em chapa de aço, totalmente refletiva com película IA/IA - área até 2,0 m ²	M2	-	-	-	-	
CDHU	7004001	-	Coluna simples (PP), diâmetro de 2 1/2' e comprimento de 3,6 m	UN	-	-	-	-	
TOTAL s/ BDI								R\$	-
BDI adotado: 25,00%								R\$	-
VALOR TOTAL C/ BDI								R\$	-

Nota:

O espaço cicloviário contempla tanto sinalização horizontal quanto vertical, portanto, a planilha orçamentaria inclui também a sinalização vertical.

Como já descrito na Ficha, a sinalização vertical deverá seguir o Manual de Sinalização Cicloviária do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN).

A planilha acima foi elaborada a partir dos desenhos técnicos da Ficha "Sinalização Horizontal de Espaços Cicloviários" deste Caderno de Tipologias.

Os códigos facilitam o preenchimento da planilha na data da aplicação da tipologia, mantendo assim seu custo sempre atualizado.

Eixo - Sinalização - Sinalização Horizontal de Espaços Cicloviários

Valor Total = (Material + Mão de Obra) x Quantidade