

# Guia de Técnicas Sustentáveis em Drenagem Urbana

Pós Graduação em Gestão da Drenagem Urbana

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS



11  
CIDADES E  
COMUNIDADES  
SUSTENTÁVEIS

13  
COMBATE ÀS  
ALTERAÇÕES  
CLIMÁTICAS



Ano/2017

Orientador: Msc. Ariel Ortiz Gomes

Acadêmicas: Adriana Idalina Rojas Gutierrez

Ivanete Carpes Ramos

# INTRODUÇÃO

Este **Guia de Técnicas Sustentáveis em Drenagem Urbana** tem a finalidade de embasar os profissionais, funcionários públicos e divulgar para os empreendedores e a população em geral, a importância de aplicabilidade dessas técnicas em drenagem na Arquitetura, Engenharia e Planejamento Urbano na porção individual particular e/ou pública.

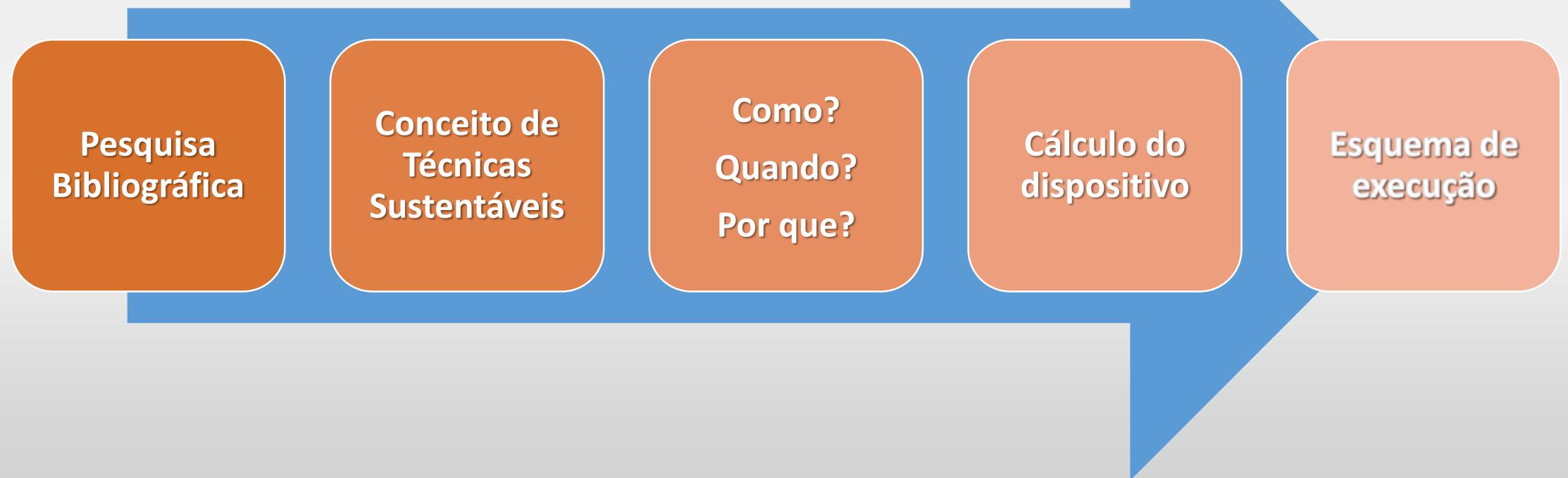
Tendo em vista a preocupação com os **efeitos provocados pela urbanização** no meio ambiente, como por exemplo: ampliação da produção de resíduos sólidos, aumento da poluição do ar, solo e água; e também o acréscimo do volume de água das chuvas, escoada rapidamente pelas áreas impermeabilizadas (calçadas, asfalto, construções em geral) e a consequente diminuição das áreas verdes, o que acarreta frequentes inundações urbanas.

Buscando reduzir essa problemática surgiram algumas técnicas alternativas de drenagem sustentável, desde a década de 80, as quais, receberam diversas denominações ao redor do mundo: **BMP** (*Best Management Practices*), **LID** (*Low Impact Development*), **SUDS** (*Sustainable Urban Drainage systems*), **WSUD** (*Water Sensitive Urban Design*) e **GI** (*Green Infrastructure*).

# METODOLOGIA DE PESQUISA:

- A produção do guia baseia-se em **pesquisa bibliográfica** a partir de: livros, artigos, periódicos, sites, entre outros;
- O processo utilizado busca a objetividade nos textos aliados a **desenhos esquemáticos**, de modo informativo e criativo, para melhor compreensão do assunto proposto.

Fluxograma de elaboração do Guia



# OBJETIVO GERAL

- **Publicização das técnicas sustentáveis em drenagem urbana** com controle na fonte, as quais, indicam redução e controle do escoamento superficial das águas pluviais gerado pela elevada impermeabilização urbana.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Gerar **Guia Técnico** a ser disponibilizado na internet para ampla divulgação;
- Propor de forma **objetiva, metodológica e lúdica** a aplicabilidade de todas as técnicas de drenagem com controle na fonte;
- Estimular a **conscientização da população** a adotar ações que garantam a sustentabilidade urbana, incorporando conceitos de qualidade ambiental, uso racional de recursos, e principalmente a aplicação de métodos eficazes que contribuam para o manejo e controle do escoamento superficial, retornando às condições de pré-urbanização;
- Incentivar o **uso racional dos dispositivos de controle de drenagem na fonte**, ou seja, nos lotes urbanos, junto aos proprietários e profissionais da área.

# OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS

- Em 2015, representantes da ONU firmaram um pacto através da Agenda 2030, cujo plano de ação indica 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, e 169 metas, visando a erradicação da pobreza e promover vida digna para todos. (PNUD, 2015).



- ODS 11** – Cidades e Comunidades Sustentáveis
- ODS 13** – Combate às alterações climáticas

Dentre os 17 ODS recomendados no plano de ação, no que se refere a aplicação das técnicas sustentáveis em drenagem urbana, enquadram-se os ODS 11 e 13, e respectivas metas 11.b e 13.2. Considerando que as referidas técnicas são apresentadas como ação de prevenção à ocorrência de desastres naturais: alagamentos e/ou inundações urbanas.

# OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS



## ODS 11

•Objetivo:  
•Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis

## Meta 11.b

•Meta:  
•Políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas

## Solução

•Regulamentação, lei ou norma que incentive os moradores na implantação de **técnicas sustentáveis** nos lotes urbanos.

## ODS 13

•Objetivo:  
•Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos

## Meta 13.2

•Meta:  
•Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais

## Solução

•Publicização: **guia técnico** a ser distribuído aos empreendedores e profissionais da área.

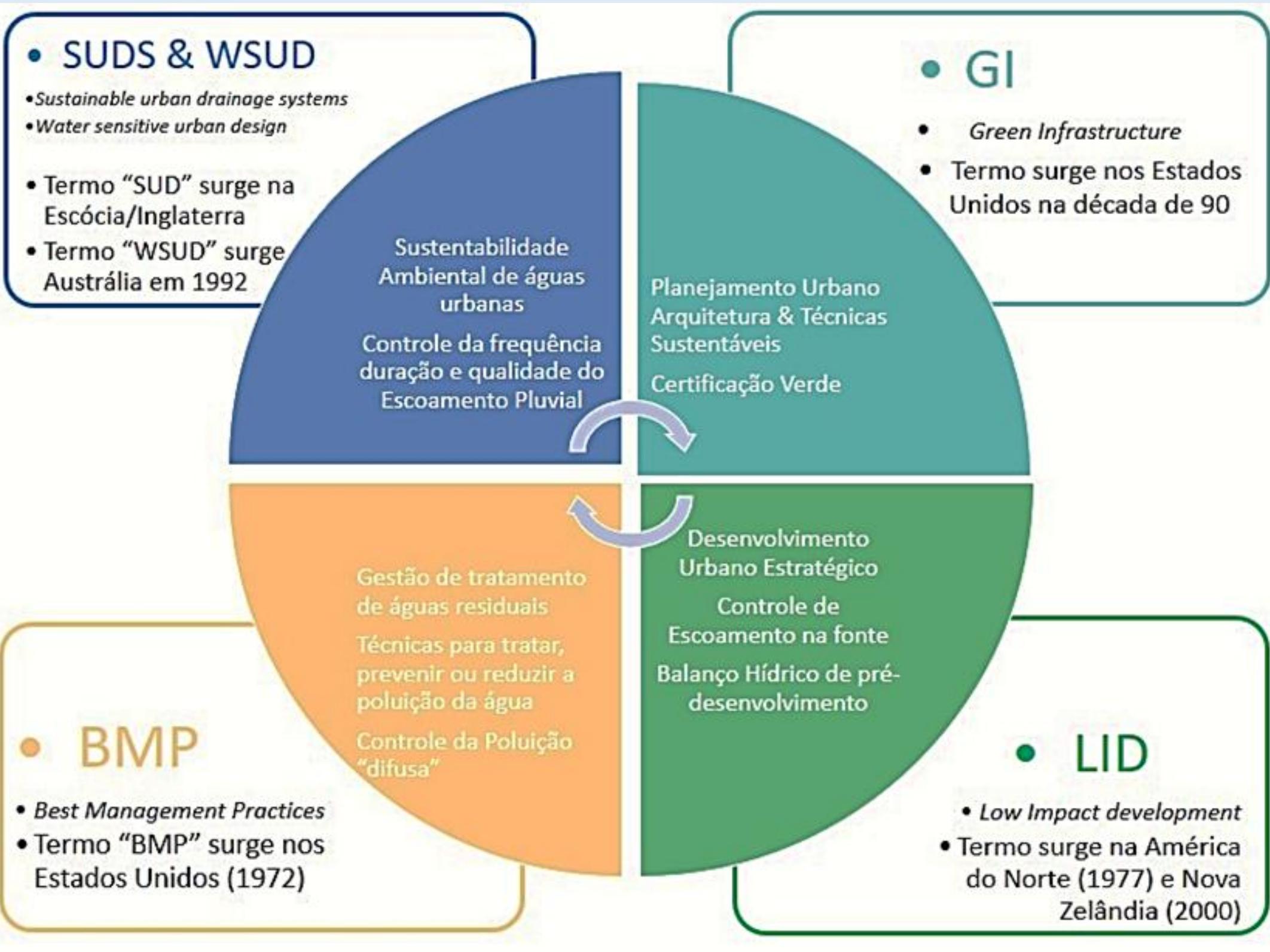


Tabela 01. Enquadramento das técnicas sustentáveis nas Metas 11.b e 13.2, ODS 11 e 13

METAS 11.b e 13.2	ORIGEM DO PROBLEMA	CONSEQUÊNCIA	MEDIDA DE PREVENÇÃO	BASE DE INDICADORES NECESSÁRIA
COMBATER EFEITOS CLIMÁTICOS	AUSÊNCIA DE PLANEJAMENTO URBANO	INUNDAÇÕES OU ALAGAMENTOS	USO DE TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS EM DRENAGEM URBANA	ÍNDICE DE PERMEABILIDADE LIMPEZA DA REDE PÚBLICA CAMPANHAS E AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARQUES E ÁREAS VERDES

Fonte. Elaborado pelas autoras

# DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL



Elementos integrantes da infraestrutura hidráulica urbana, preferivelmente vegetados (naturalizados), e destinados a filtrar, reter, infiltrar, transportar e armazenar água de chuva, de forma que não sofra nenhuma degradação, ou inclusive permita a eliminação, de forma natural, de parte da carga contaminante que possa ter adquirido por processos de escoamento urbano prévio.

# SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

## BMP (BEST MANAGEMENT PRACTICES)

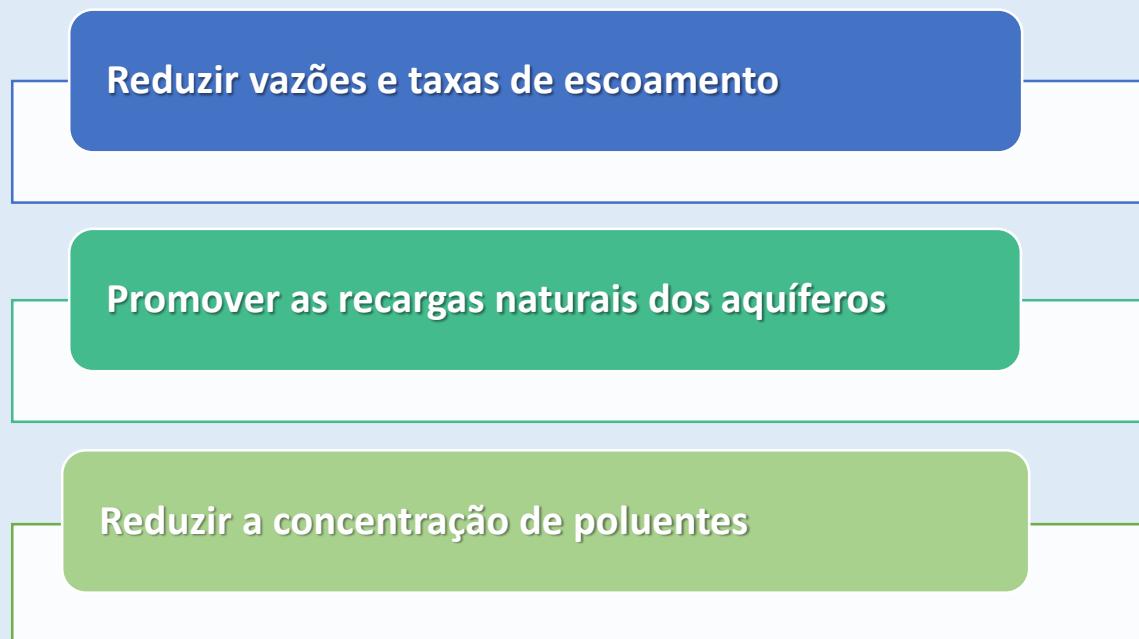


## LID (LOW IMPACT DEVELOPMENT)

Considera o problema de forma integrada, tentando resgatar as características naturais do ciclo hidrológico, enquanto agrega valor à própria cidade.

Projetos com uso de LID's são elaborados de forma a se criar uma "paisagem multifuncional" capaz de incorporar características de projeto que buscam simular as funções de infiltração e armazenamento da bacia pré-urbanizada.

## SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems)



## WSUD (Water Sensitive Urban Design)

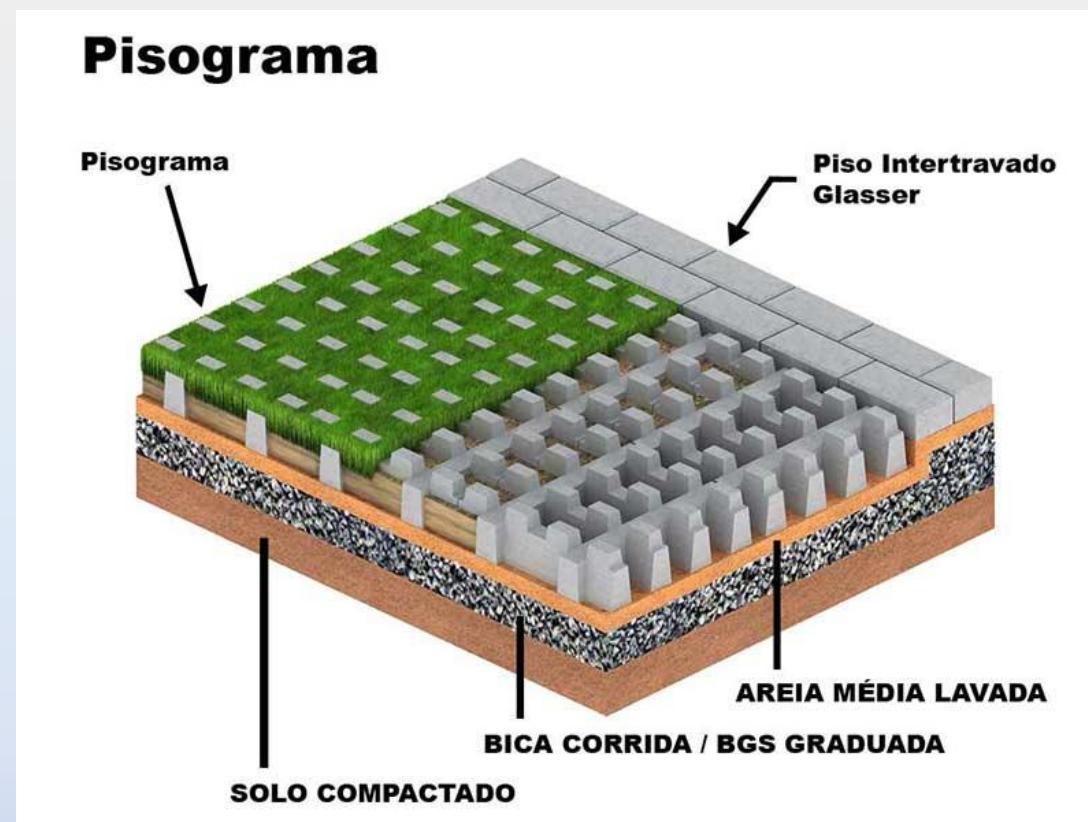
- Gestão integrada de água potável, águas residuais e águas pluviais;
- Integração da gestão das águas urbanas na escala do lote à regional;
- Integração da gestão das águas urbanas, arquitetura e paisagismo;
- Integração das medidas estruturais e não-estruturais - águas urbanas.

# SISTEMAS DE CONTROLE NA FONTE

As técnicas de controle na fonte, diferentemente dos sistemas clássicos, se baseiam na **retenção e na infiltração das águas da chuva**, e colaboram para a sustentabilidade do sistema de drenagem. Estas medidas visam o rearranjo temporal e espacial das vazões e, no caso de estruturas de infiltração, contribuem para a diminuição do volume escoado, reduzindo a probabilidade de inundações a jusante no sistema de drenagem (TOMINAGA, 2013).

**Técnicas que podem ser utilizadas em projeto e funcionam como sistema de drenagem com controle na fonte:**

- Microrreservatórios
- Pavimentos Permeáveis
- Telhados Verdes
- Poço de Infiltração
- Vala de Infiltração
- Trincheira de Infiltração
- Jardim de chuva ou Biorretenção
- Faixa Gramada



# Propostas de aplicabilidade das técnicas BMP em parcelas urbanas:

## A - MICRORRESERVATÓRIOS

- **Conceito** – são dispositivos de controle na fonte de águas pluviais, desenvolvidos para compensar a perda da capacidade de armazenamento de terrenos altamente impermeabilizados;
  - **Finalidade** – **reservar temporariamente as precipitações**, retardar a velocidade do escoamento superficial e proporcionar o amortecimento de picos de cheias, de maneira que a vazão máxima de saída após a impermeabilização, seja próxima a das condições naturais.
  - **Legislação** – os itens “a” e “b” do inciso IV - Art. 37 da Lei Complementar n.74/2005 (Lei de Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo) referem-se a exigência de reservatórios de águas pluviais nos lotes urbanos, abaixo transcritos;  
*Art. 37 – Quanto aos parâmetros urbanísticos, os empreendimentos serão aprovados desde que:*  
...  
IV – a área permeável, indispensável ao atendimento da taxa de permeabilidade, será discriminada no projeto arquitetônico:
- ✓ Nos empreendimentos uniresidenciais com área construída igual ou superior a 150 m<sup>2</sup> (cento e cinquenta metros quadrados) deverão ser executadas caixas de captação de águas pluviais com capacidade de retenção de, no mínimo, 1000 l (mil litros) de água;
  - ✓ Será admitida como alternativa para o atendimento deste inciso, a execução de caixa de captação de águas pluviais com capacidade de retenção de, no mínimo, 30 l (trinta litros) de água por metro quadrado de terreno que não atenda a taxa de permeabilidade prevista para a respectiva zona, ou corredor viário.

Conforme o Plano Diretor de Drenagem do município de Campo Grande - Decreto n. 12.680, de 9 de julho de 2015, para evitar os impactos do desenvolvimento urbano no escoamento pluvial, o controle do escoamento pluvial deverá ser realizado dentro do lote ou loteamento, e é baseado nos seguintes princípios:

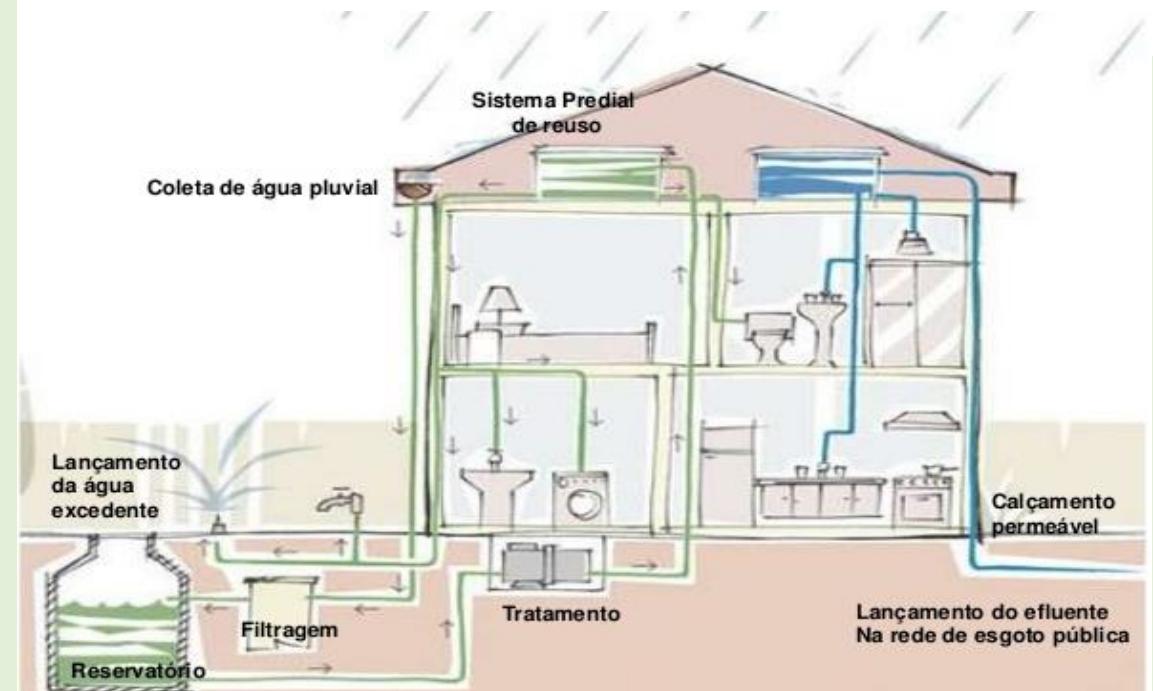
- ❖ A vazão de saída do novo empreendimento deve ser mantida igual ou menor que a vazão de pré-desenvolvimento;
- ❖ A vazão de pré-desenvolvimento determinada para a cidade de Campo Grande segundo a referida proposta é de 28,3l/(s.ha);
- ❖ Para manter a vazão de pré-desenvolvimento existem várias alternativas. A proposta Legal recomenda o uso da equação para áreas de até 100ha:

$$V = 5,858.A.AI$$

V: volume em m<sup>3</sup>;

A: área drenada para jusante do empreendimento (ha);

AI: área impermeável (%).



# Propostas de aplicabilidade das técnicas BMP em parcelas urbanas:

## A - MICRORRESERVATÓRIOS

- Cálculo do dispositivo – considerando-se dois aspectos principais: a vazão máxima que se pretende permitir para ser lançada na rede pública de drenagem e o volume necessário para armazenar temporariamente a quantidade de água excedente entre o hidrograma de entrada e o hidrograma de saída desejado.



- O Método Racional tem sido utilizado para a estimativa das vazões na microdrenagem:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Q = Vazão de pico (m³/s);  
 C = Coeficiente de escoamento superficial – Runoff (adimensional);  
 I = Intensidade pluviométrica (mm/h);  
 A = Área total do lote (km²).

Regulamentação municipal, a vazão máxima específica de saída para a rede pública de pluviais igual a **28,3 l/(s.ha)**.

- Tipos de microrreservatórios – os microrreservatórios podem ter formatos cilíndricos, retangulares ou quadrangulares, podem ser abertos, fechados, superficiais ou enterrados e construídos com diferentes materiais, como concreto, alvenaria, metal, fibrocimento e acrílico.

Tabelas de análise das soluções - manejo de águas pluviais

Tabela 1 – Restrições a implantação e à operação (AZZOUT et al, 1994)

Técnica compensatória	Reservatórios individuais
Permeabilidade do solo	+
Declividade	+
Proximidade do lençol freático	++
Proximidade do leito rochoso	++
Restrições ao Uso do Solo	+
Aporte de Sólidos	+

Legenda: +++ (grande importância) ++ (média importância) + (pequena importância)

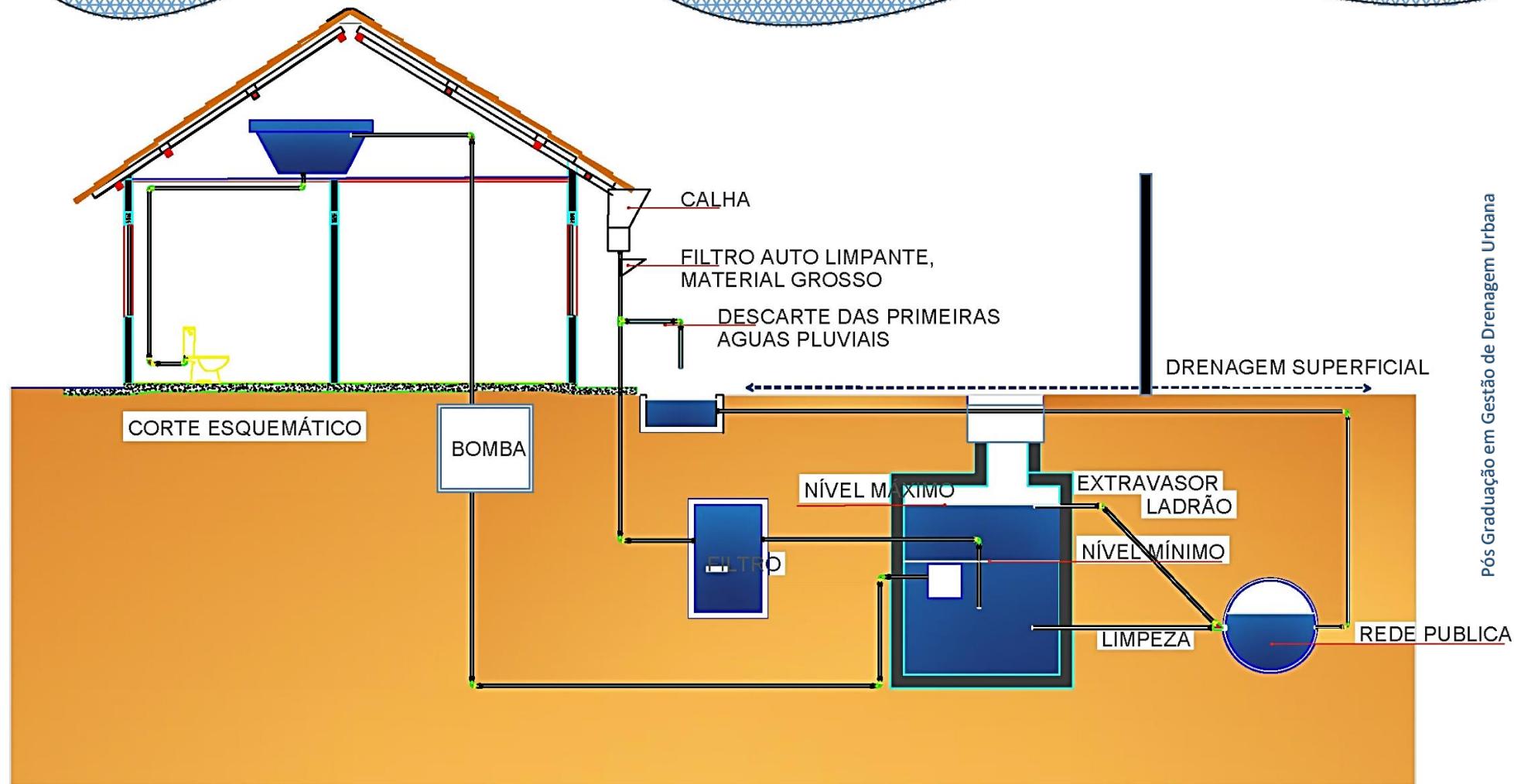
Tabela 2 – Aptidão e possibilidade das técnicas.

Técnica compensatória	Reservatórios individuais	
Área de Drenagem controlada	Pequena	
Controle de Vazão de pico	Tempo de retorno 1-2	P
	Tempo de retorno 1-10	V
	Tempo de retorno 1-100	N
Controle de Volumes	N	
Recarga do Lençol	N	
Reuso Direto	V	
Controle de erosão a jusante	V	

Legenda: P – geralmente possível/ V - pode ser possível/ N – nunca ou usualmente impossível

MICRORRESERVATÓRIO COM REUSO

Pós Graduação em Gestão de Drenagem Urbana  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS



**ATENÇÃO :**  
1- As dimensões de um reservatório variam de acordo com o tipo de solo e regime de chuvas de cada região, por isso não foram especificadas no desenho.  
2- Este desenho foi elaborado e é distribuído apenas como referência projetual e, portanto, não exclui a necessidade do usuário consultar um profissional independente e habilitado para determinar o correto dimensionamento e detalhamento para sua execução. Nós não nos responsabilizamos por erros e omissões, de qualquer natureza, relacionados com o referente projeto, isentando-se da responsabilidade para com o mesmo.

Construídos com alvenaria de tijolos maciços requemados, blocos de concreto preenchidos ou concreto pré-moldado,

Devem possuir dimensões (largura e comprimento) mínimas de 60 cm e tubulação de descarga mínima de 75 mm.

Deve-se instalar filtro para material grosso e fino;

É recomendado ainda que a montante, seja instalada uma caixa de areia para retenção de detritos e sedimentos

Extravasor ou ladrão direcionado para a rede pública de drenagem.

MANUAL DE  
TÉCNICAS  
SUSTENTÁVEIS  
DE  
DRENAGEM  
URBANA

# Propostas de aplicabilidade das técnicas BMP em parcelas urbanas:

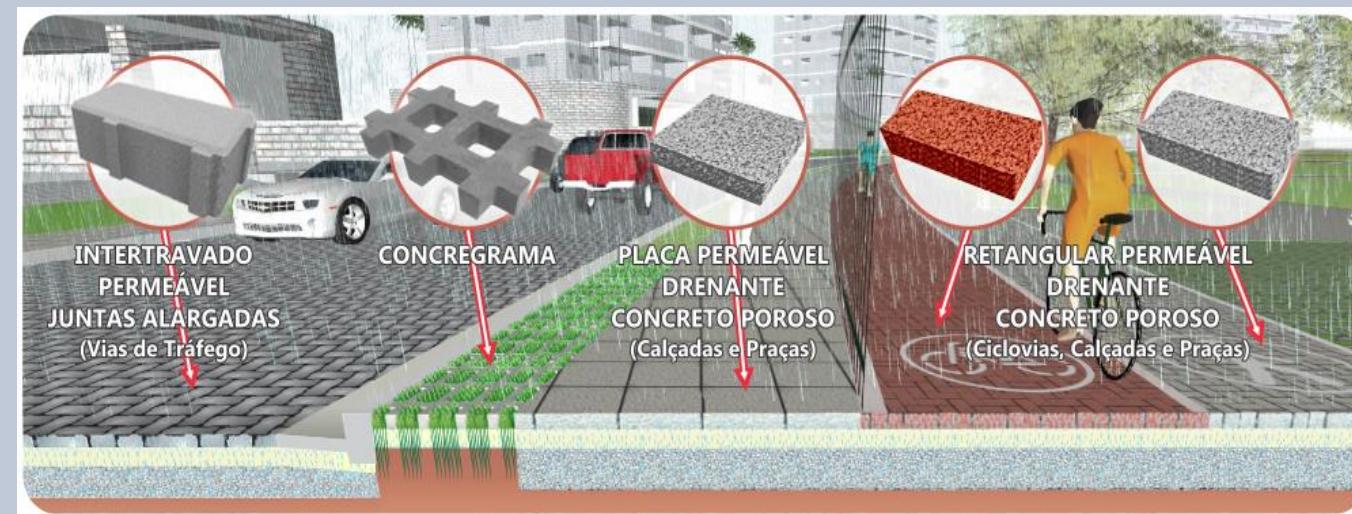
## B - PAVIMENTOS PERMEÁVEIS

- **Conceito:** revestimento (cobertura) de solo artificial com intuito de se aproximar da capacidade natural de infiltração, mas possibilitando outros usos.
- **Pontos positivos:**
  - ✓ Redução do deflúvio superficial direto (infiltração);
  - ✓ Recarga do lençol freático;
  - ✓ Pavimento de cascalho pode ser + barato que concreto.
- **Pontos negativos:**
  - ✓ Entupimento dos furos ou poros;
  - ✓ Compactação da terra abaixo do pavimento ou redução da permeabilidade do solo devido ao cascalho;
  - ✓ Dificuldade de manutenção;
  - ✓ Não deve ser usado em vias com tráfego intenso e/ou de carga pesada, pois a sua eficiência pode diminuir.
- **Finalidade:** contribuir para o aumento da permeabilidade de grandes áreas, e permitindo outros usos como: estacionamentos, faixa de rolamento, calçadas, etc.
- **Legislação:** para estimular a utilização de dispositivos de retenção na fonte, o Plano Diretor de Drenagem (Decreto N. 12.680, de 9 de julho de 2015) do município de Campo Grande, estabelece alguns critérios que estimula o uso dos pavimentos permeáveis, conforme transcrito a seguir.

Art. 3º - A manutenção das condições de pré-ocupação no lote ou no parcelamento do solo devem ser apresentados a Prefeitura Municipal de Campo Grande através de estudo hidrológico específico.

§ 3º - Poderá ser reduzida a quantidade de área a ser computada no cálculo referido no §1º se for (em) aplicada (s) a (s) seguinte (s) ação (ões):

- ✓ Aplicação de pavimentos permeáveis (blocos vazados com preenchimento de areia ou grama, asfalto poroso, concreto poroso) – reduzir em 60% a área que utiliza estes pavimentos;
- **Tipos de pavimentos permeáveis** – conforme Urbonas e Stahre (1993) os pavimentos permeáveis classificam-se basicamente em três tipos:
  - ✓ Pavimento de asfalto poroso;
  - ✓ Pavimento de concreto poroso;
  - ✓ Pavimento de blocos de concreto vazado preenchido com material granular, como areia ou vegetação rasteira.



# Propostas de aplicabilidade das técnicas BMP em parcelas urbanas:

## B - PAVIMENTOS PERMEÁVEIS

- Tabelas de análise das soluções técnicas mais adequadas para o manejo de águas pluviais, conforme documento “Techniques Alternatives” (AZZOUT et al, 1994).

Tabela 1 – Restrições a implantação e à operação das técnicas

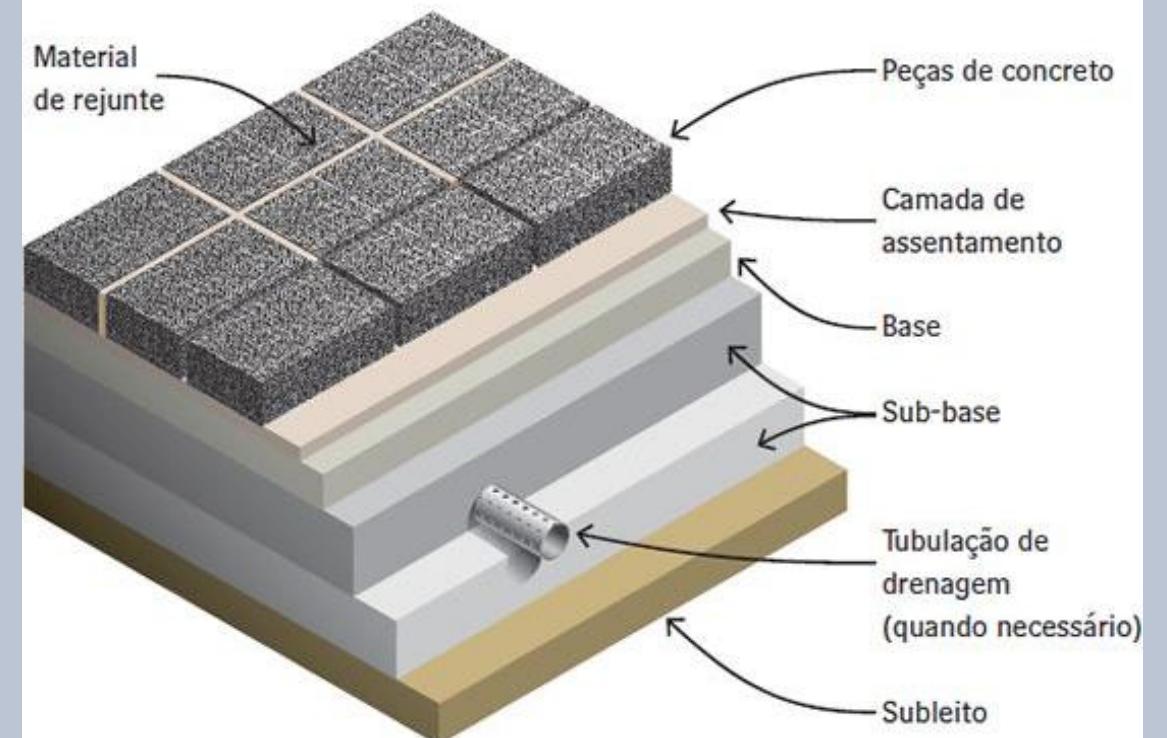
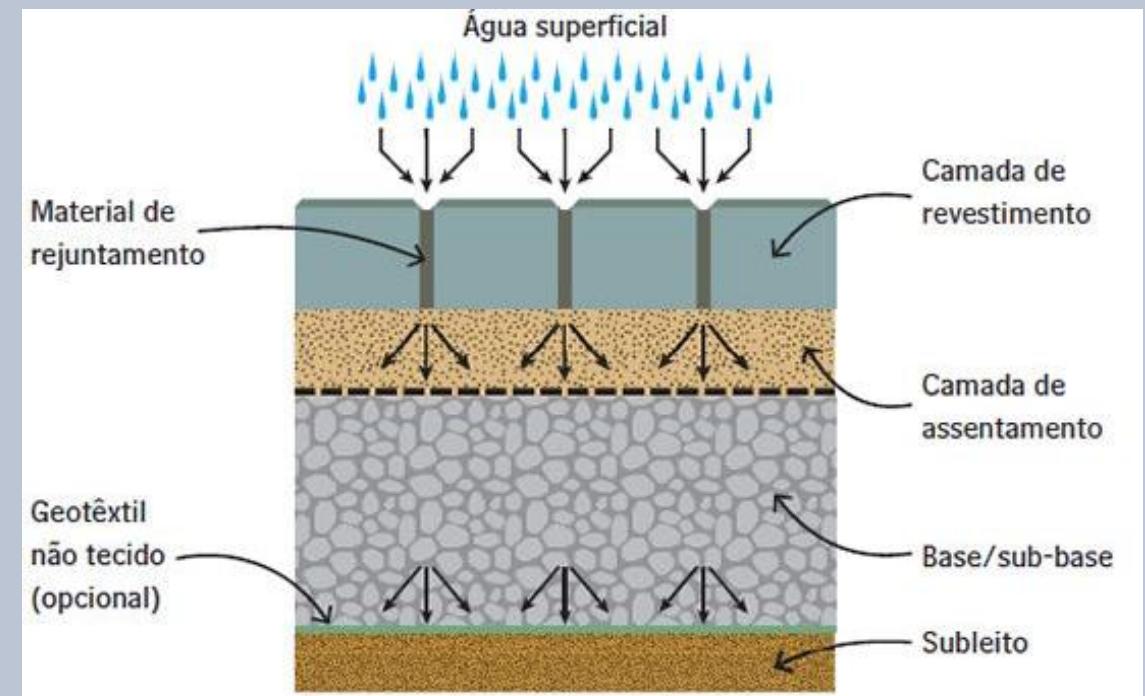
Técnica compensatória	Pavimentos permeáveis
Permeabilidade do solo	++
Declividade	+++
Proximidade do lençol freático	++
Proximidade do leito rochoso	+
Restrições ao Uso do Solo	+
Aporte de Sólidos	+++

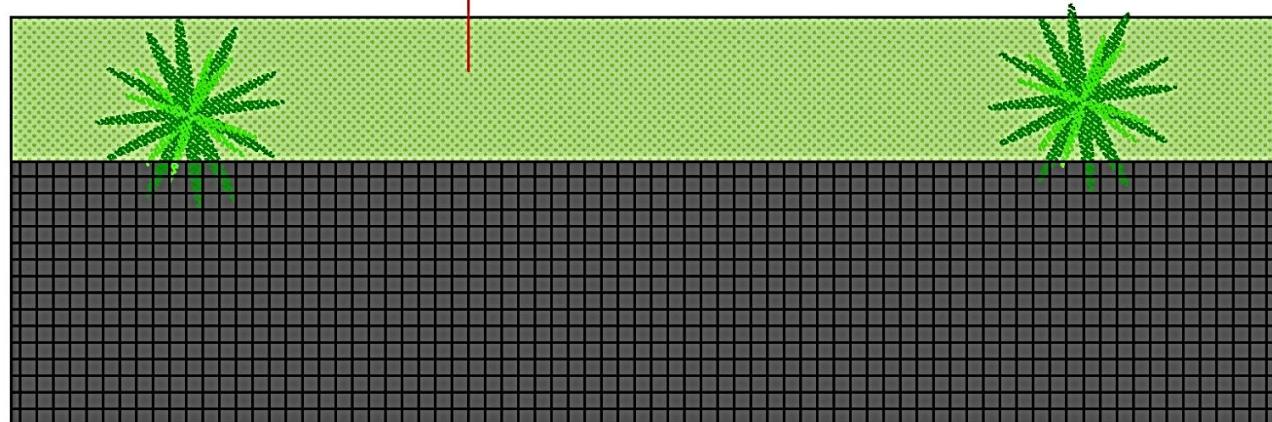
Legenda: +++ (grande importância) ++ (média importância) + (pequena importância)

Tabela 2 – Aptidão e possibilidade das técnicas

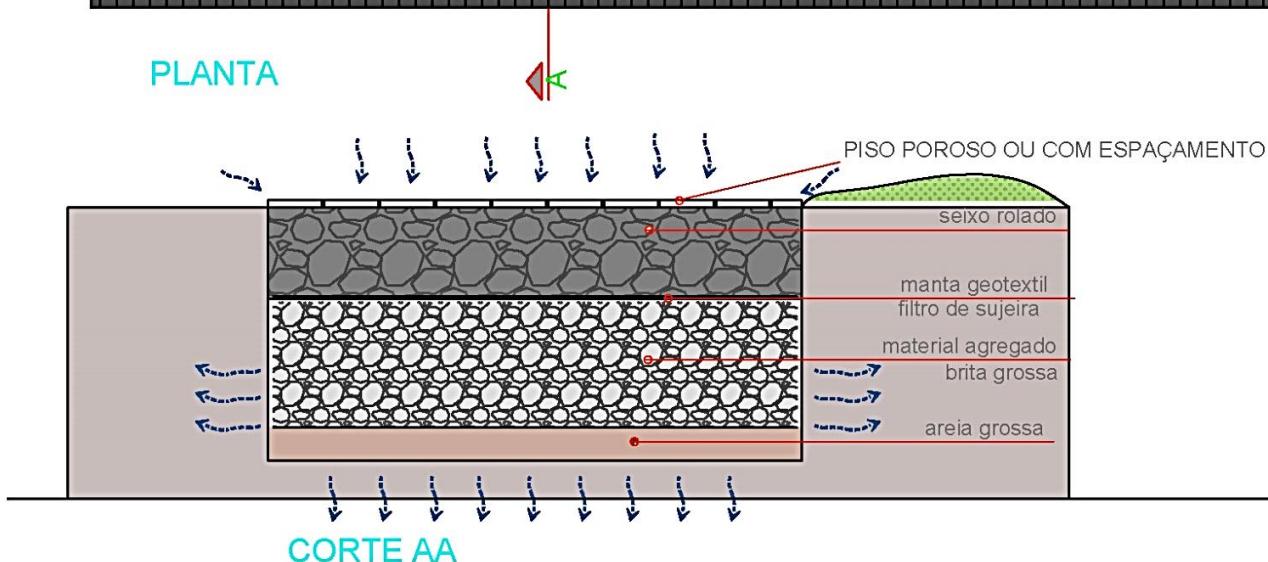
Técnica compensatória	Pavimentos permeáveis	
Área de Drenagem controlada	Pequena/média	
Controle de Vazão de pico	Tempo de retorno 1-2	P
	Tempo de retorno 1-10	N
	Tempo de retorno 1-100	N
Controle de Volumes	V	
Recarga do Lençol	V	
Reuso Direto	N	
Controle de erosão a jusante	V	

Legenda: P – geralmente possível/ V - pode ser possível/ N – nunca ou usualmente impossível





PLANTA

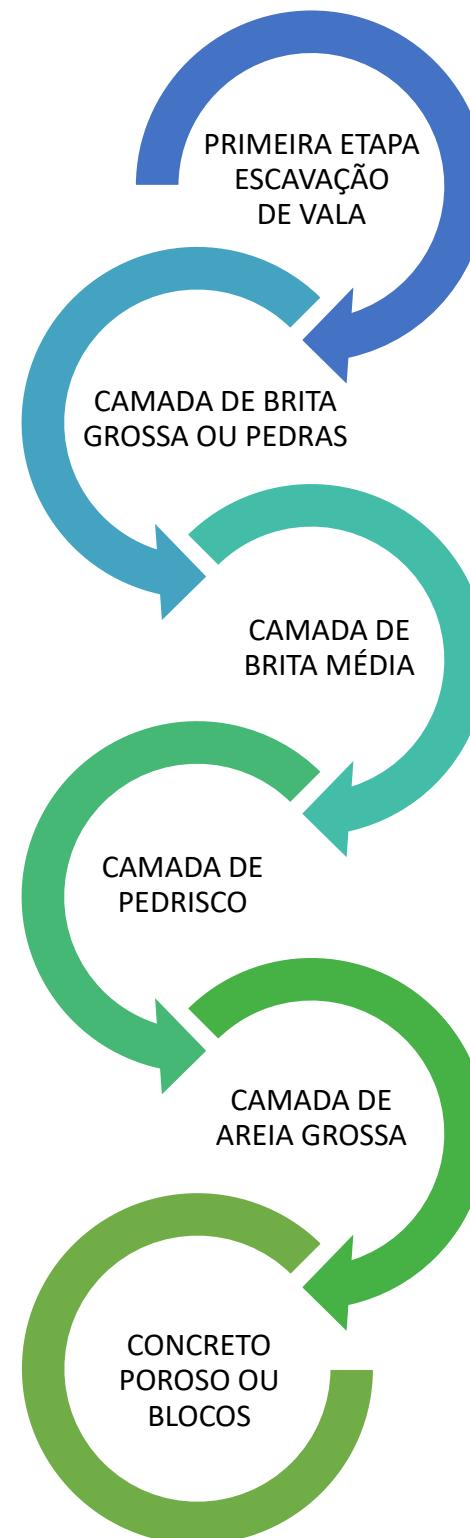


CORTE AA



EXEMPLOS DE PISOGRAMA

Pós Graduação em Gestão de Drenagem Urbana  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS



PAVIMENTO PERMEÁVEL

**ATENÇÃO :**

1- As dimensões de um pavimento permeável variam de acordo com o tipo de solo e regime de chuvas de cada região, por isso não foram especificadas no desenho.  
2- Este desenho foi elaborado e é distribuído apenas como referência projetual e, portanto, não exclui a necessidade do usuário consultar um profissional independente e habilitado para determinar o correto dimensionamento e detalhamento para sua execução. Nós não nos responsabilizamos por erros e omissões, de qualquer natureza, relacionados com o referente projeto, isentando-se da responsabilidade para com o mesmo.



# Propostas de aplicabilidade das técnicas BMP em parcelas urbanas:

## C - TELHADOS VERDES

- **Conceito** – toda a cobertura ou telhado, plano ou inclinado devidamente impermeabilizado e com sistema de drenagem para escoamento pluvial excedente, que agrega em sua composição, uma camada de solo ou substrato e outra camada de vegetação. São classificados quanto ao porte adotado em **extensivos** ou **intensivos**, no qual, diferem entre si unicamente pela espessura do substrato e vegetação utilizada.
- **Finalidade** – proporcionam melhorias nas condições de escoamento pluvial, conforto termo acústico e paisagístico, reduzindo a poluição ambiental comum em grandes centros urbanos. São instrumentos importantes na prevenção de inundações locais, pois implicam em uma **retenção total ou parcial do escoamento pluvial**, além do atraso temporal do escoamento superficial. Alguns autores mencionam que dependendo do tipo adotado é possível reduzir entre 50 e 90% dos volumes escoados (INGRA, 2010; ROSENZWEIG et al, 2006).
- **Legislação** – existe um Projeto de lei federal tramitando na Câmara de Deputados, de autoria do deputado Jorge Tadeu Mudalen, de n. 1.703/2011, que visa incentivo fiscal para prédio que instalar telhado verde.

A nível municipal temos a Lei n. 5.591/2015 que dispõe sobre a **implantação do telhado verde nos prédios da administração pública direta e indireta** no município de Campo Grande - MS, e dá outras providências.

**Análise da eficiência do dispositivo** – para avaliar o comportamento de telhados verdes em funcionamento deve-se realizar a calibração método Curva Número (CN). De acordo com o método, o **cálculo da capacidade máxima de armazenamento de água no solo**, especificamente para telhados verdes (JOBIM, 2013):

$$S = \frac{(P^2 - P_{ef} \cdot P)}{P_{ef}}$$

Sendo:

$P_{ef}$  = Precipitação efetiva (mm)

$P$  = Precipitação total (mm)

$S$  = Capacidade máxima de armazenamento de água no solo (mm)

Sugestão para o la estimado em 20% de  $S$ .

CN de áreas verdes encontra-se entre 0,10 e 0,25.

# Propostas de aplicabilidade das técnicas BMP em parcelas urbanas:

## C - TELHADOS VERDES

- **Execução** – a instalação de um telhado verde pode ser realizada diretamente sobre laje, telha cerâmica, fibrocimento ou cobertura de aço (verificando-se sempre a resistência estrutural do telhado), aplicando-se as camadas na sequência abaixo descrita:

1. Camada impermeabilizante: normalmente feita com mantas sintéticas, ela protege a laje contra infiltrações;

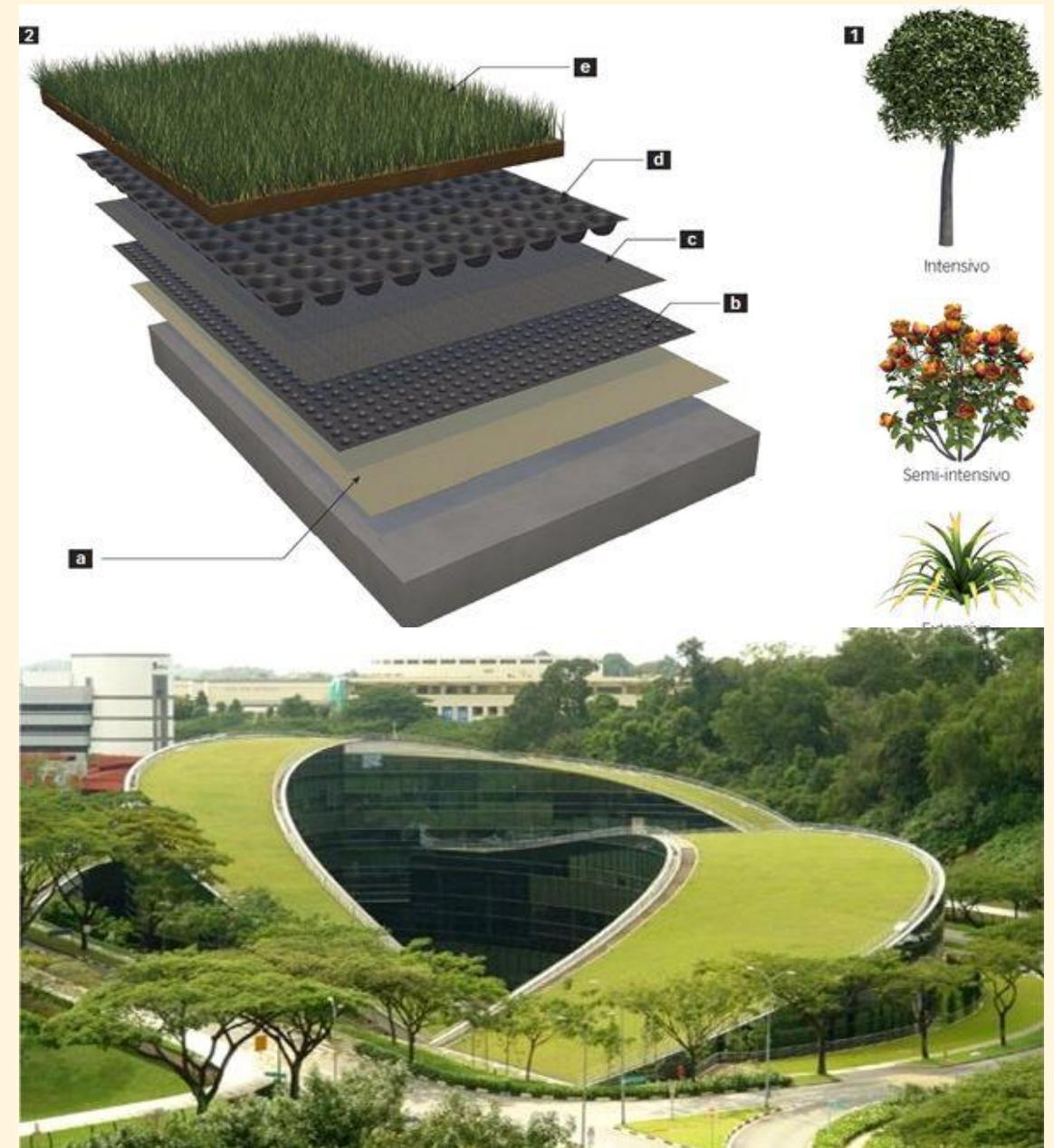
2. Camada drenante: serve como filtro. Pode ser de brita, seixos, argila expandida ou com mantas drenantes de poliestireno;

4. Membrana de proteção contra raízes: serve para controlar o crescimento de raízes da vegetação;

3. Camada filtrante: serve para reter partículas e pode ser feita com um geotêxtil;

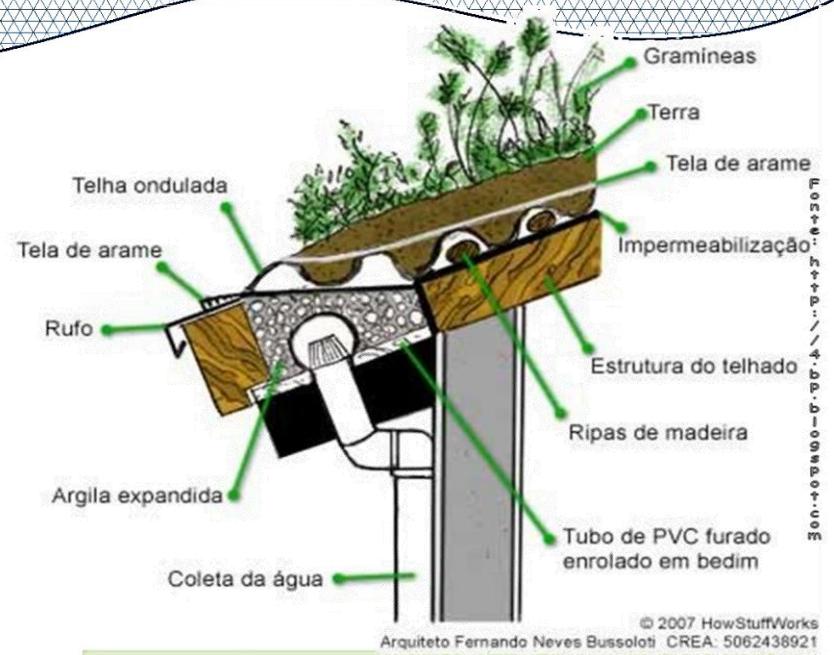
5. Solo e substrato ( a espessura da camada depende do tipo: extensivo, semi-intensivo e intensivo)

6. Tipo de vegetação conforme a espessura de camada do solo

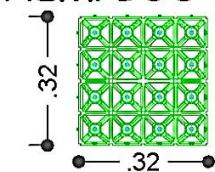


*Obs: Existem no mercado sistemas modulares a serem encaixados e conectados na estrutura do telhado, recebendo assim as camadas - impermeabilizante, drenante e filtrante.*

## EXEMPLOS DE ADAPTAÇÃO EM TELHADO CONVENCIONAL:

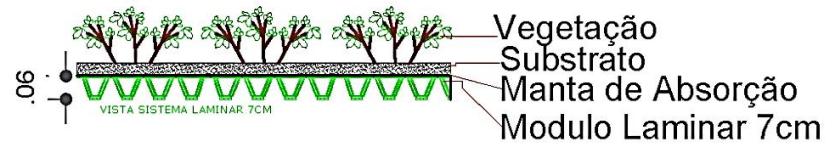


## EXEMPLOS DE TIPOS DE SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS:

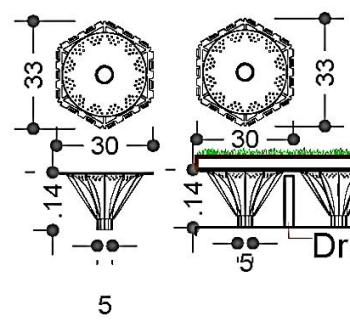
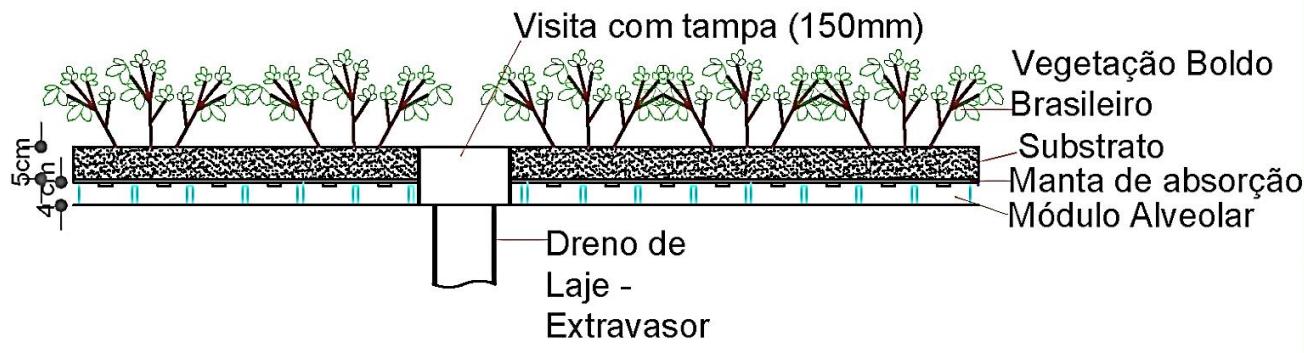


Sistema Laminar Médio :

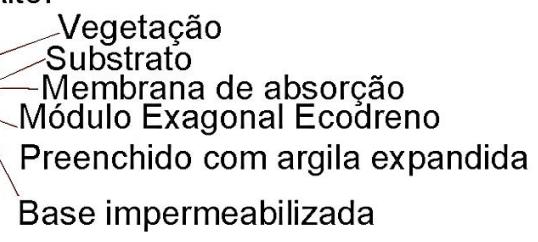
Pós Graduação em Gestão de Drenagem Urbana  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS



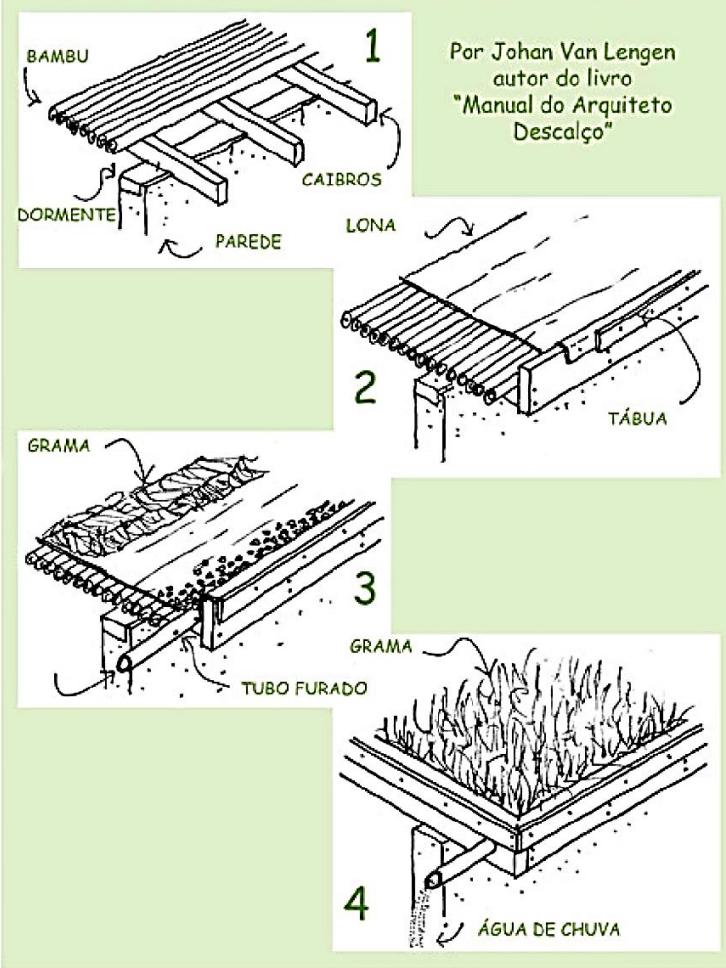
Sistema Alveolar Leve:



Sistema Laminar Alto:



## COMO FAZER UM TELHADO VERDE:



Por Johan Van Lengen  
autor do livro  
"Manual do Arquiteto  
Descalço"

TELHADOS VERDES

**ATENÇÃO:**

1- As dimensões de um telhado verde variam de acordo com o regime de chuvas de cada região e o tipo de telhado a ser implantado, por isso não foram especificadas no desenho.

2- Este desenho foi elaborado e é distribuído apenas como referência projetual e, portanto, não exclui a necessidade do usuário consultar um profissional independente e habilitado para determinar o correto dimensionamento e detalhamento para sua execução. Nós não nos responsabilizamos por erros e omissões, de qualquer natureza, relacionados com o referente projeto, isentando-se da responsabilidade para com o mesmo.

**MANUAL DE  
TÉCNICAS  
SUSTENTÁVEIS  
DE  
DRENAGEM  
URBANA**

# Propostas de aplicabilidade das técnicas BMP em parcelas urbanas:

## D- POÇO DE INFILTRAÇÃO

**Conceito** – é um dispositivo com estrutura pontual e vertical, ideal para as áreas urbanizadas, pois ocupam pouco espaço. Pode ser construído em vários formatos e materiais.

**Finalidade** – funcionam como reservatórios que facilitam a infiltração da água no solo, já que ao ficar armazenada a água infiltra-se no solo reduzindo os volumes escoados e as vazões máximas de enchentes. Podem gerar também, a redução da rede de microdrenagem local, redução da poluição das águas superficiais, e recarregar as águas subterrâneas. Resumindo, objetivam amortecer o pico de vazão do hidrograma de escoamento superficial do lote ou da área edificada onde o sistema for implementado.

**Legislação** – não há legislação específica que regule a implantação e uso das valas ou valetas de infiltração. É uma técnica que é citada no Manual de Drenagem Urbana de Campo Grande e de outros municípios.

**Cálculo do dispositivo** – dimensionamento dos dispositivos: bacias, valos, poços de infiltração e trincheiras de infiltração (CIRIA, 1996).

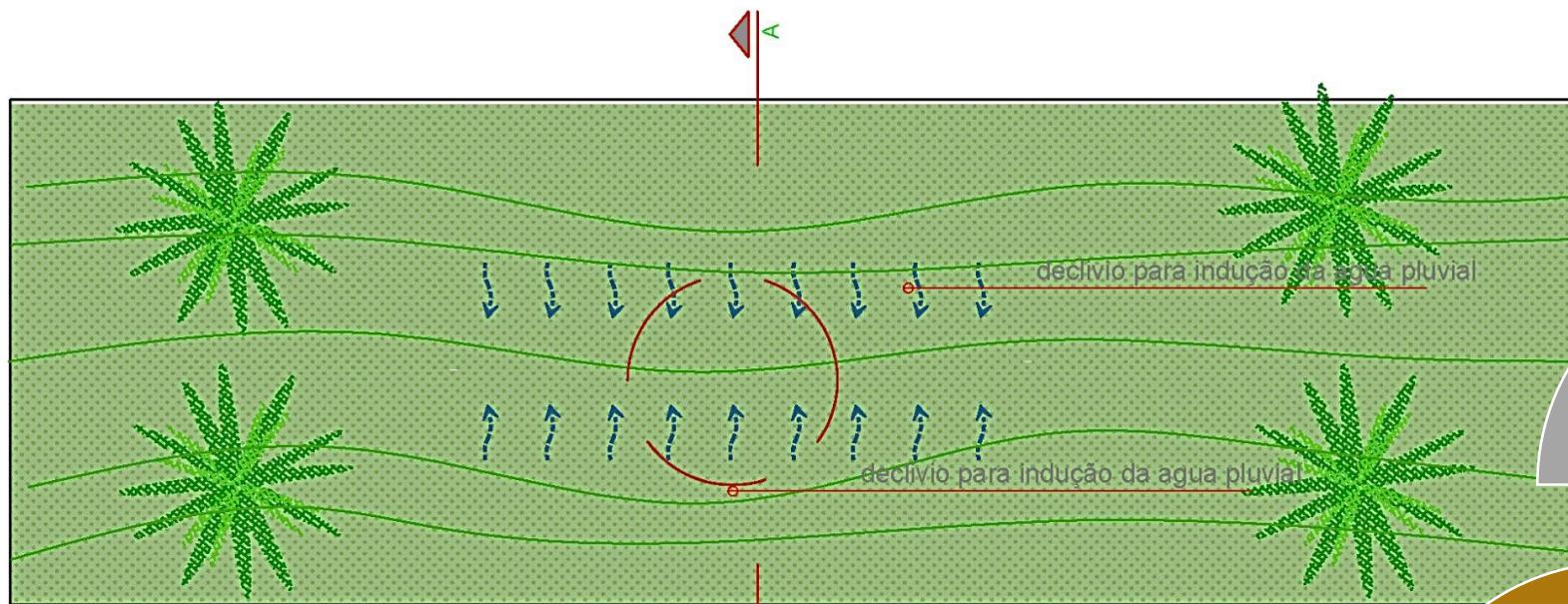
O método baseia-se na determinação dos volumes acumulados de entrada e saída do dispositivo. O volume do dispositivo deverá ser suficiente para armazenar a máxima diferença entre os volumes acumulados de entrada e saída (levando-se em consideração a porosidade do material de preenchimento).

**Execução** – existem dois tipos de poços de infiltração, o revestido e o não revestido, sendo o processo de escavação comum a ambos.

As etapas de poços de infiltração não revestidos são:

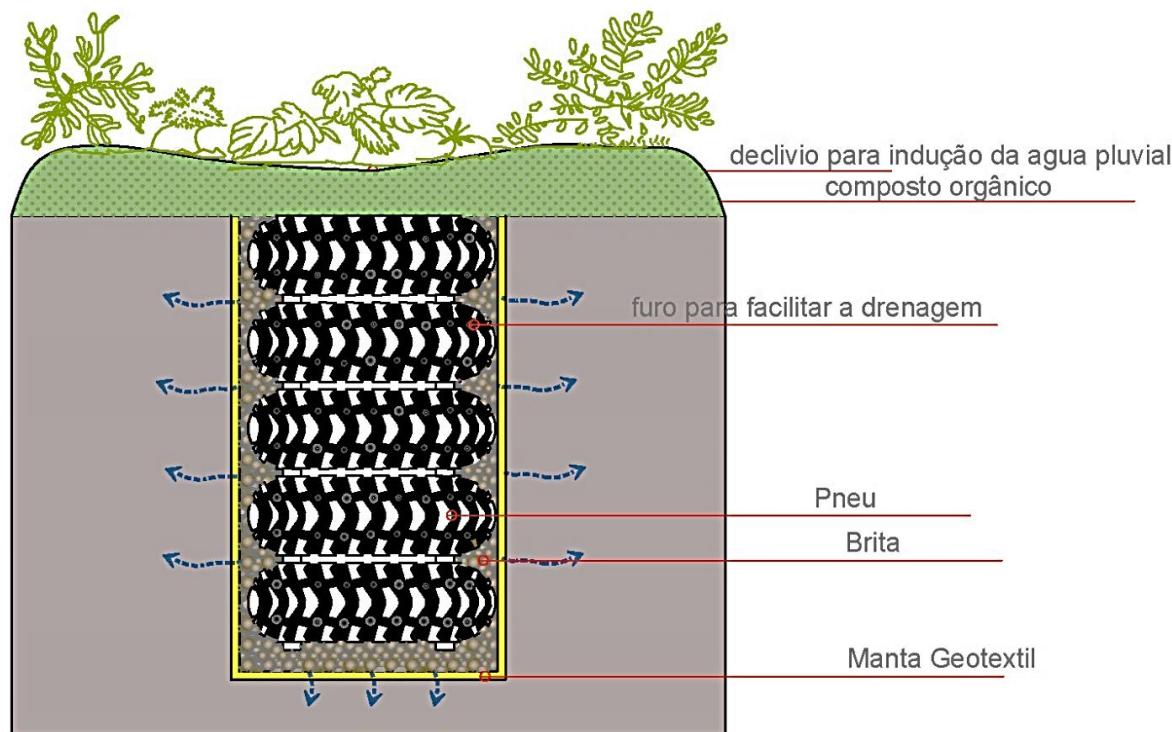
### ETAPAS DE EXECUÇÃO:





O sistema consiste em um poço escavado no solo;

PLANTA



CORTE AA

Revestido por tubos de concreto perfurados ou tijolos assentados em crivo, ou materiais alternativos, ex: pneus furados;

Revestimento envolto por uma manta geotêxtil fazendo a interface solo/tubo;

Fundo coberto por camada de agregados graúdos, permitindo a infiltração no solo, do volume e água pluvial escoado para o seu interior.

Pós Graduação em Gestão de Drenagem Urbana  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

POÇO DE INFILTRAÇÃO

**ATENÇÃO :**  
1- As dimensões de um poço de infiltração varia de acordo com o tipo de solo e regime de chuvas de cada região, por isso não foram especificadas no desenho.  
2- Este desenho foi elaborado e é distribuído apenas como referência projetual e, portanto, não exclui a necessidade do usuário consultar um profissional independente e habilitado para determinar o correto dimensionamento e detalhamento para sua execução. Nós não nos responsabilizamos por erros e omissões, de qualquer natureza, relacionados com o referente projeto, isentando-se da responsabilidade para com o mesmo.



# Propostas de aplicabilidade das técnicas BMP em parcelas urbanas:

## E - VALA DE INFILTRAÇÃO

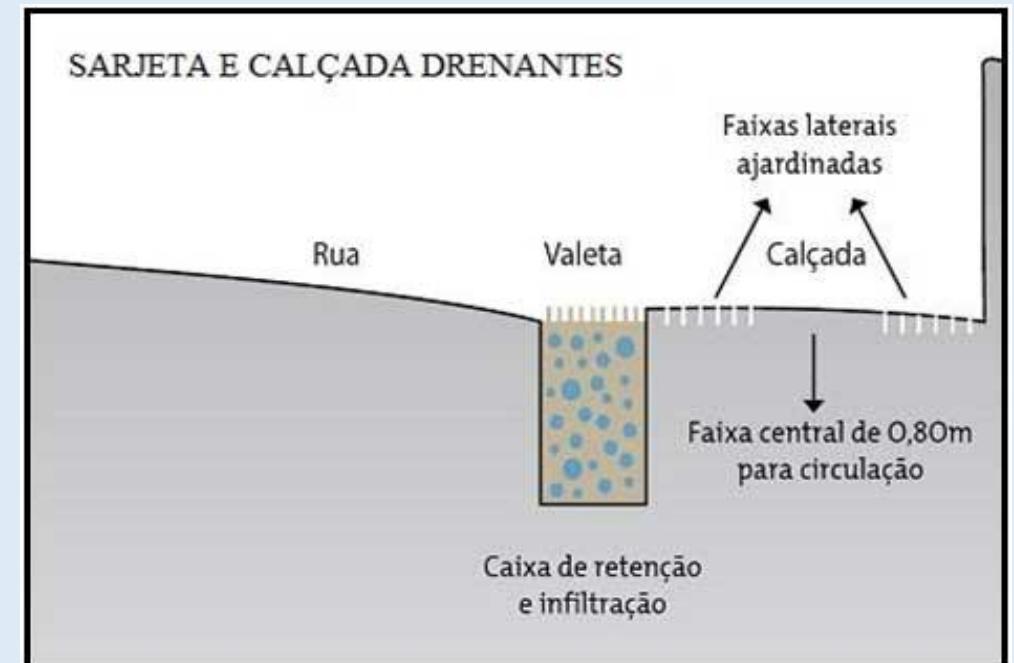
**Conceito** – as valas ou valetas de infiltração são dispositivos de drenagem lateral, frequentemente empregados paralelos às ruas, estradas, estacionamentos e conjuntos habitacionais, entre outros. Eles concentram o fluxo das áreas próximas e propiciam condições para uma infiltração ao longo do seu comprimento (TUCCI, 1998).

**Finalidade** – recolher as águas pluviais, promovendo o armazenamento temporário e, por fim, permitindo a infiltração. As valetas possibilitam majorar o tempo de escoamento, atenuando a velocidade deste. De acordo com (BAPTISTA; NASCIMENTO; BARRAUDI, 2005) as valas também auxiliam na filtragem do escoamento superficial, removendo sólidos em suspensão e também outros poluentes como metais, hidrocarbonetos e bactérias, porém é importante que o lençol freático esteja a pelo menos 1,20 m da base da vala, para se evitar a contaminação do mesmo.

TABELA - RESTRIÇÕES A IMPLANTAÇÃO E À OPERAÇÃO DE VALA DE INFILTRAÇÃO

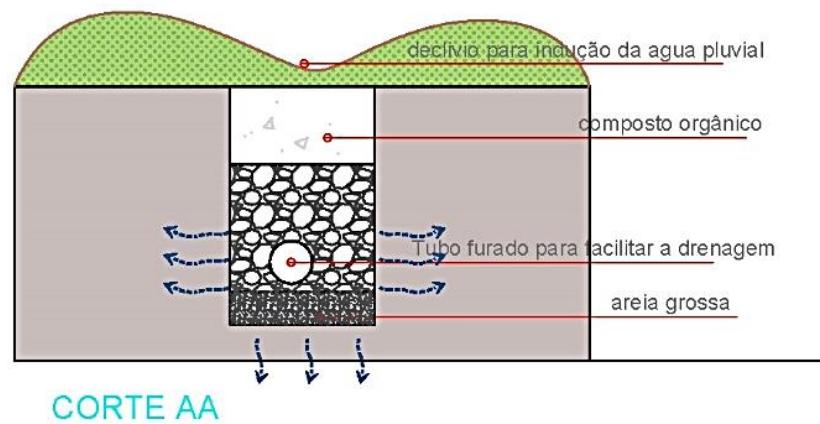
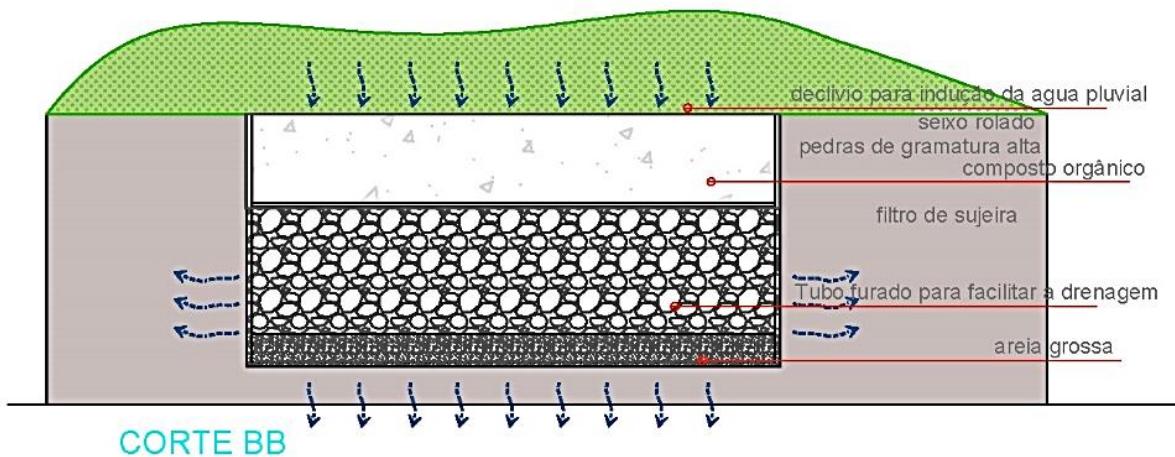
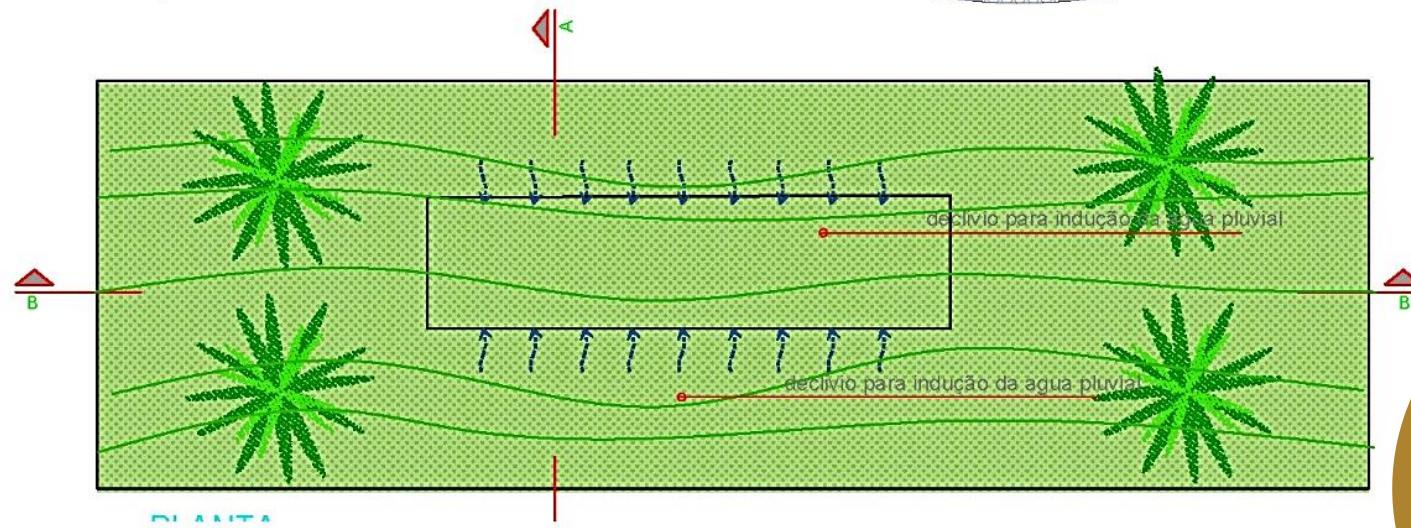
Técnica compensatória	Vala de Infiltração
Permeabilidade do solo	+++
Declividade	+++
Proximidade do lençol freático	+++
Proximidade do leito rochoso	+++
Restrições ao Uso do Solo	++
Aporte de Sólidos	+++

Legenda: +++ (grande importância) ++ (média importância) + (pequena importância)



**Desenho esquemático de sarjeta** aliado a um sistema de infiltração e com calçadas ajardinadas, aumentando assim a capacidade de infiltração.





Pós Graduação em Gestão de Drenagem Urbana  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

1. Escavação do terreno lateralmente a área impermeabilizada;

2. Aumentar a declividade em direção ao corte linear para potencializar a indução do escoamento superficial;

3. Conforme o tipo de solo deverá ser colocado um tubo drenante para majorar a eficiência do sistema;

4. A profundidade, inclinação e a largura da vala dependem do cálculo do dispositivo, especificado anteriormente;

5. Poderá ser preenchida parcialmente com material granular para facilitar a infiltração.

## VALA DE INFILTRAÇÃO

### ATENÇÃO :

1- As dimensões de uma vala de infiltração varia de acordo com o tipo de solo e regime de chuvas de cada região, por isso não foram especificadas no desenho.

2- Este desenho foi elaborado e é distribuído apenas como referência projetual e, portanto, não exclui a necessidade do usuário consultar um profissional independente e habilitado para determinar o correto dimensionamento e detalhamento para sua execução. Nós não nos responsabilizamos por erros e omissões, de qualquer natureza, relacionados com o referente projeto, isentando-se da responsabilidade para com o mesmo.

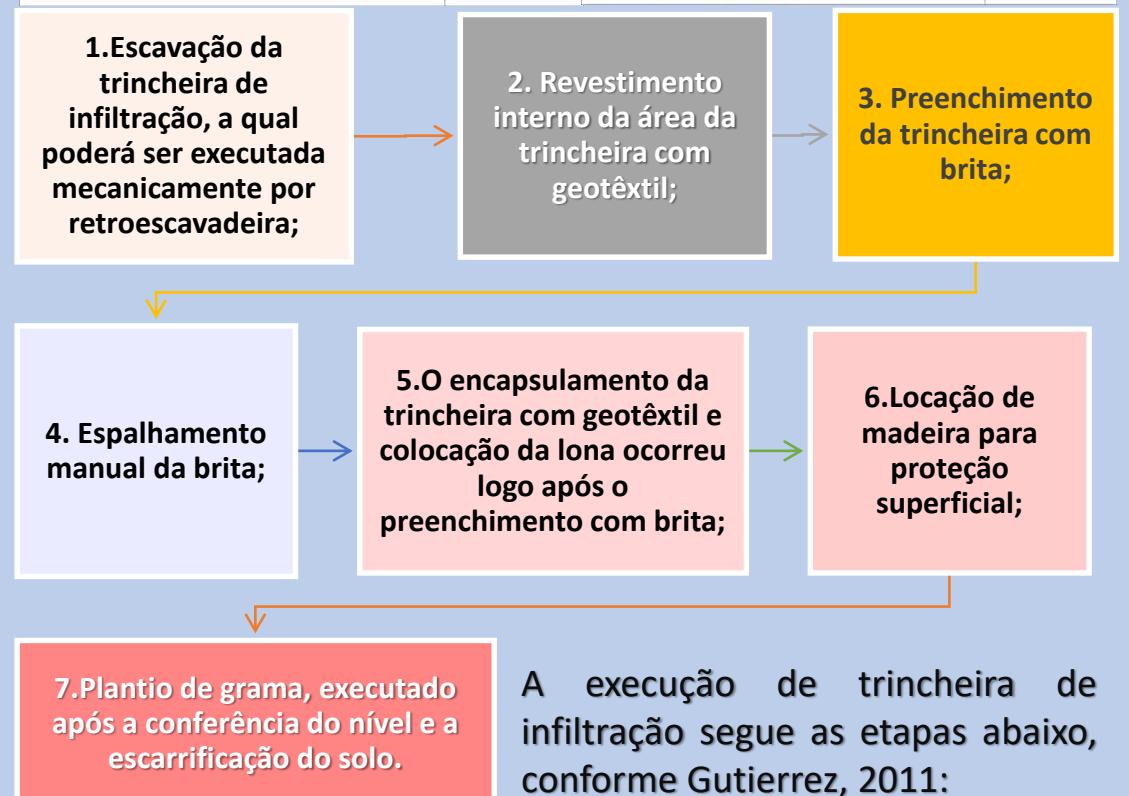
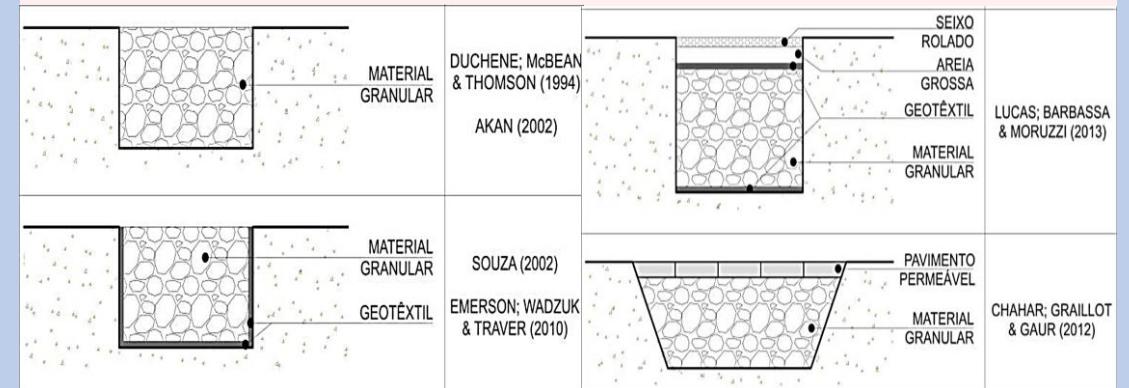
MANUAL DE  
TÉCNICAS  
SUSTENTÁVEIS  
DE  
DRENAGEM  
URBANA

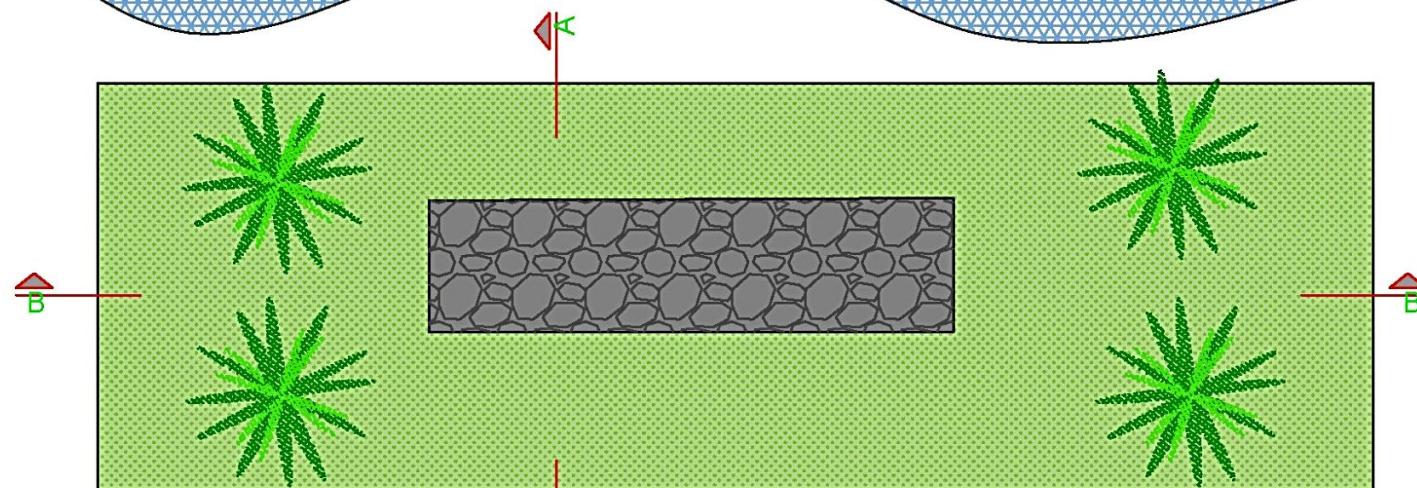
# Propostas de aplicabilidade das técnicas BMP em parcelas urbanas:

## F - TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO

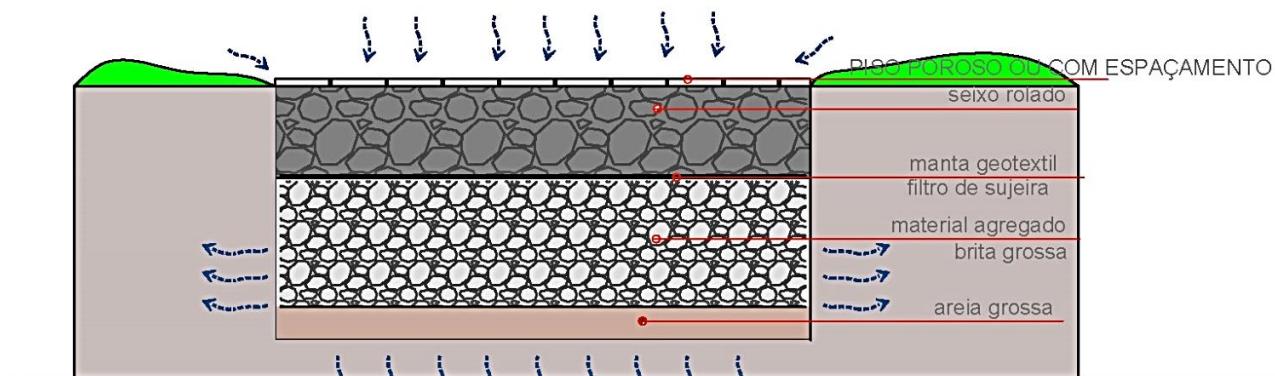
- **Conceito** – as trincheiras de infiltração são tipicamente de formato alongado e estreito, geometria adequada à otimização da área ocupada pelas mesmas nos lotes urbanos, mas que requerem um pré-tratamento da água, que é supostamente obstruída pelo influxo de sólidos finos e a colmatação após algum tempo de operação do sistema, aumentando, ao mesmo tempo, a relação entre a área efetiva de infiltração, composta pelas paredes laterais, e o volume de armazenamento, o que pode ser feito por uma manta geotêxtil removível e lavável (MIKKELSEN et al., 1996; LAWRENCE et al., 1996).
- **Finalidade** – dentre as vantagens da utilização de trincheiras de infiltração, Nascimento (1996) destaca: diminuição ou mesmo eliminação da rede de microdrenagem local; evita a reconstrução da rede a jusante em caso de saturação; redução do risco de inundação; redução da poluição das águas superficiais; recarga das águas subterrâneas; boa integração com o espaço urbano.
- **Legislação** – não há legislação específica que regulamente a implantação e uso de trincheiras de infiltração. Consiste numa técnica recomendada para drenagem urbana, conforme o estabelecido no Manual de Drenagem Urbana de Campo Grande e de outros municípios.
- **Cálculo do dispositivo** – metodologia de dimensionamento de uma trincheira de infiltração, deve seguir a ordem abaixo, conforme Gutierrez (2011):

1. Coeficiente de permeabilidade do solo;
2. Intensidade e altura precipitada;
3. Vazão de infiltração;
4. Volumes a armazenar no sistema de infiltração;
5. Tempo de esvaziamento da trincheira de infiltração

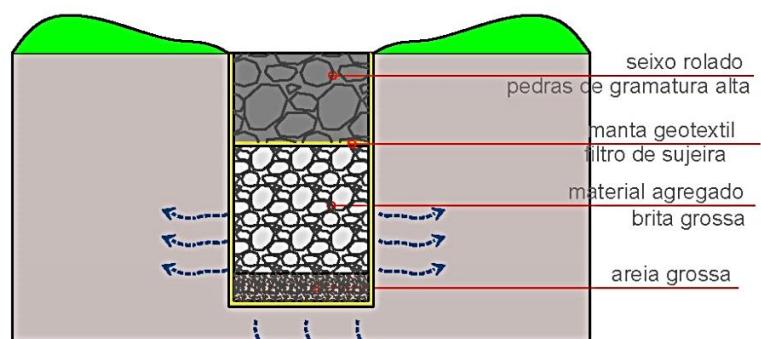




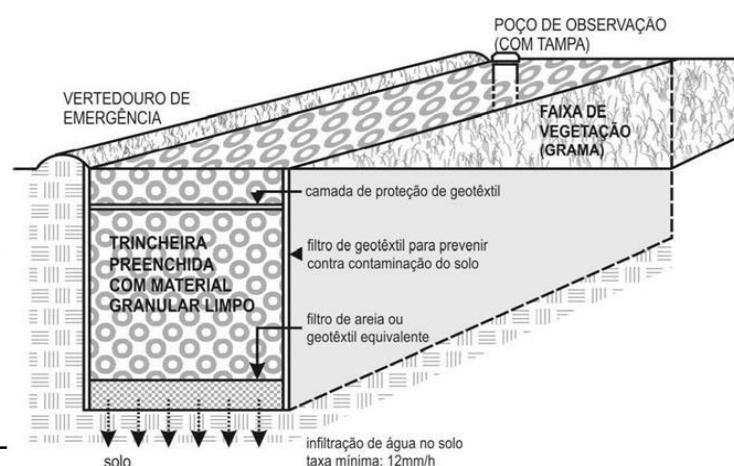
PLANTA



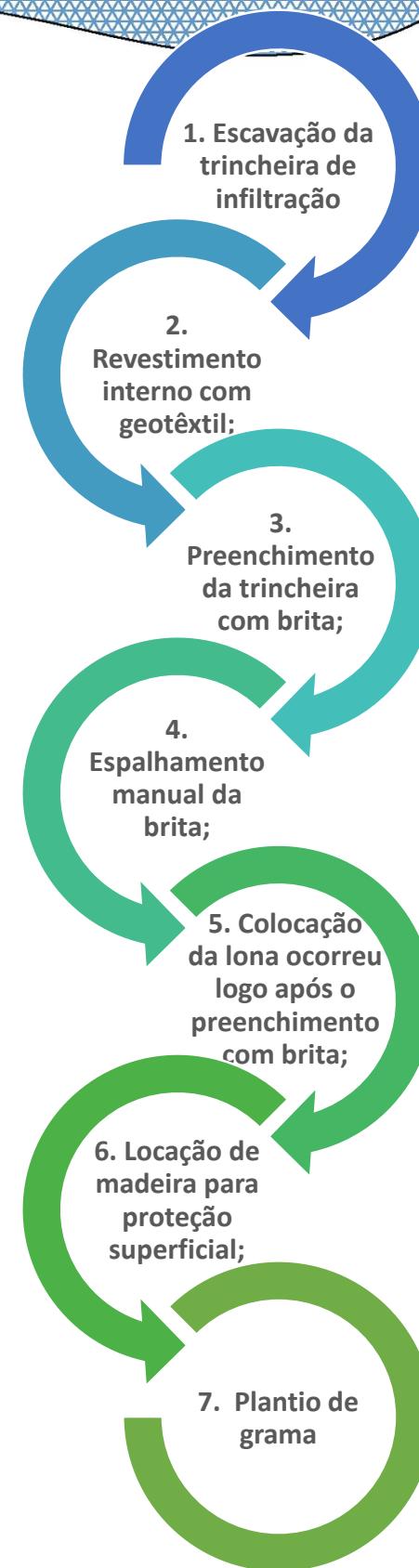
CORTE BB



CORTE AA



Pós Graduação em Gestão de Drenagem Urbana  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS



## TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO

**ATENÇÃO :**  
1- As dimensões de uma trincheira de infiltração variam de acordo com o tipo de solo e regime de chuvas de cada região, por isso não foram especificadas no desenho.  
2- Este desenho foi elaborado e é distribuído apenas como referência projetual e, portanto, não exclui a necessidade do usuário consultar um profissional independente e habilitado para determinar o correto dimensionamento e detalhamento para sua execução. Nós não nos responsabilizamos por erros e omissões, de qualquer natureza, relacionados com o referente projeto, isentando-se da responsabilidade para com o mesmo.



# Propostas de aplicabilidade das técnicas BMP em parcelas urbanas:

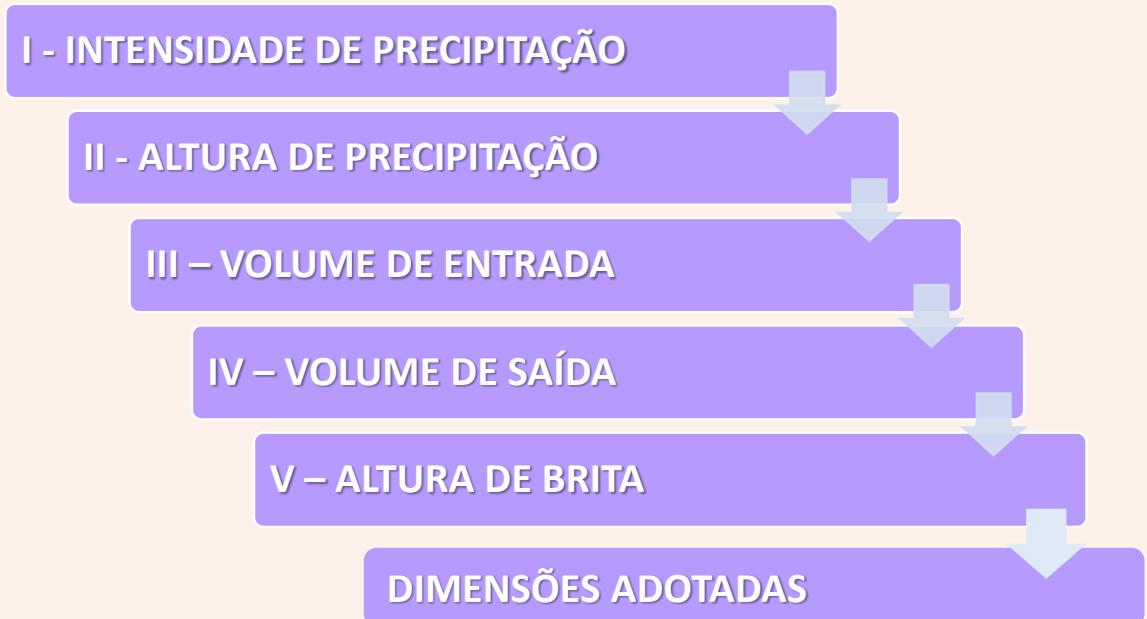
## G - JARDINS DE CHUVA

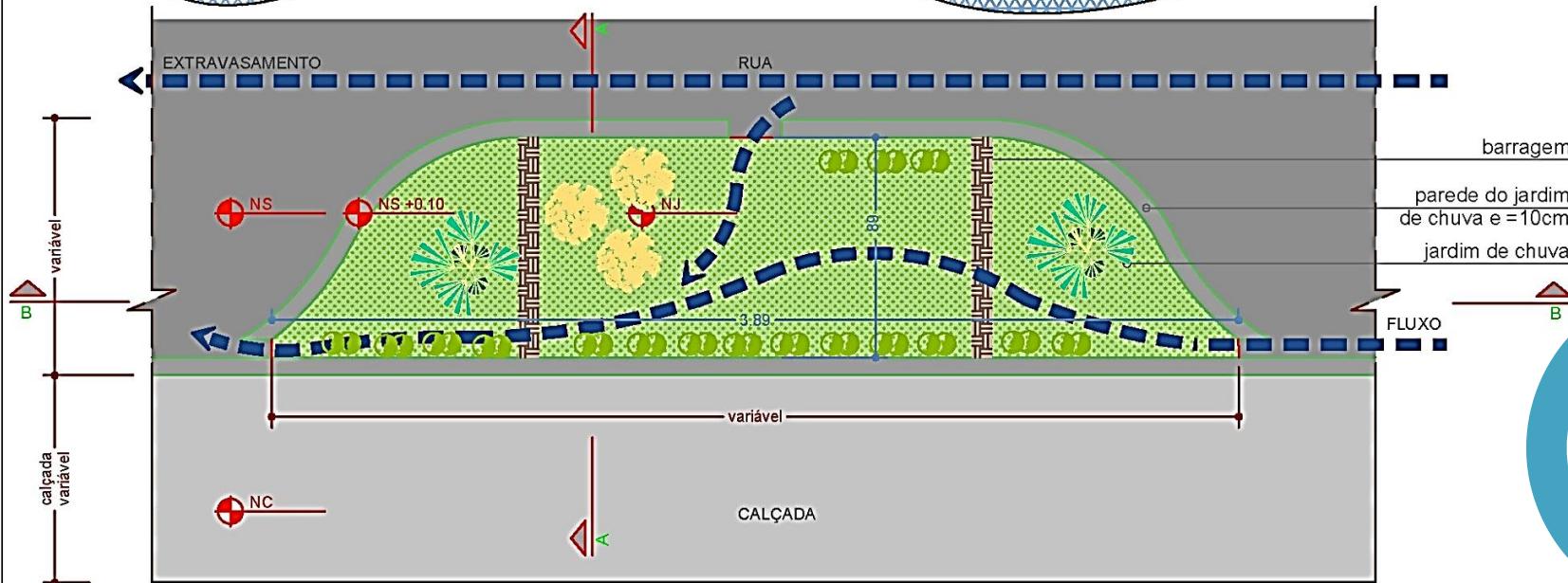


- **Conceito** – também chamados de Sistema de Biorretenção, estas estruturas funcionam como rasas depressões de terra, que recebem águas do escoamento superficial. Os fluxos de água se acumulam nas depressões formando pequenas poças, e gradualmente a água é infiltrada no solo.
- **Finalidade** – remover os poluentes das águas pluviais através da atividade biológica de plantas e microorganismos, e contribuir com infiltração e retenção. A água pluvial pode infiltrar no terreno para recarga de aquífero ou direcionar ao sistema de microdrenagem. No caso de eventos de chuva que extrapolam a capacidade para a qual a estrutura foi projetada, o fluxo excedente é desviado da área e encaminhado ao sistema de drenagem.
- **Cálculo do Dispositivo** – em relação à área devem ser determinadas as dimensões planas do jardim; já na estrutura, o dimensionamento das camadas internas do jardim de chuva. Para o dimensionamento da estrutura do jardim, um dos pontos mais importantes é a camada de armazenamento, representada pela altura de brita adotada.

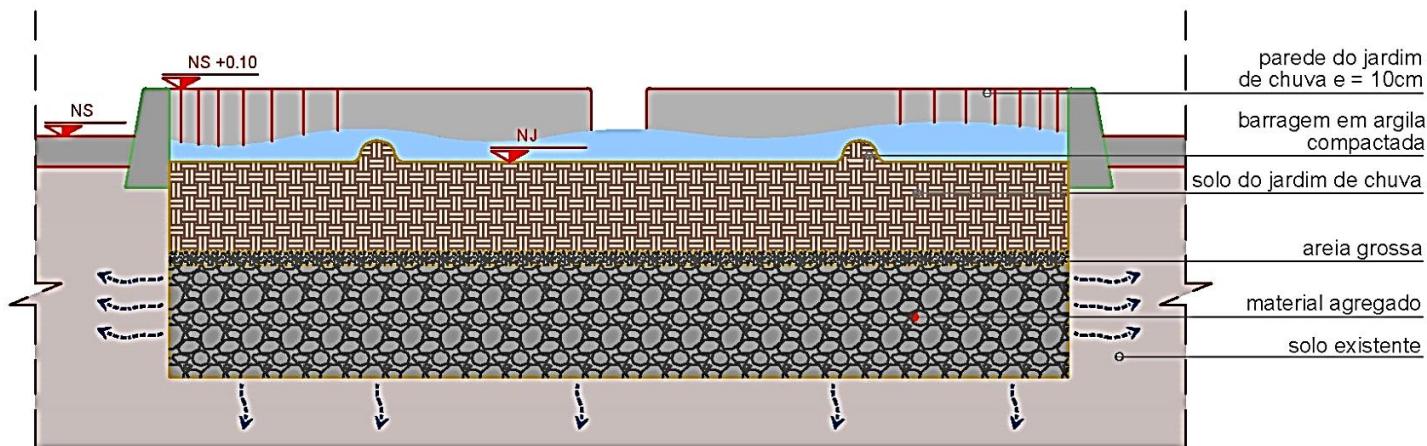


Seguindo as etapas de cálculo:

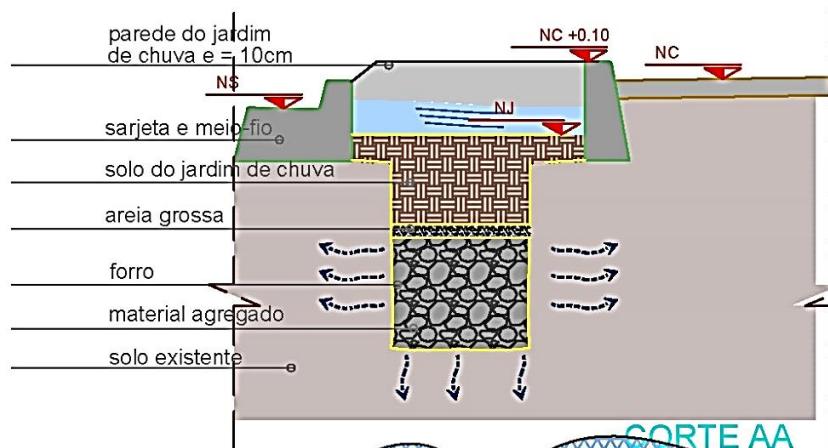




PLANTA

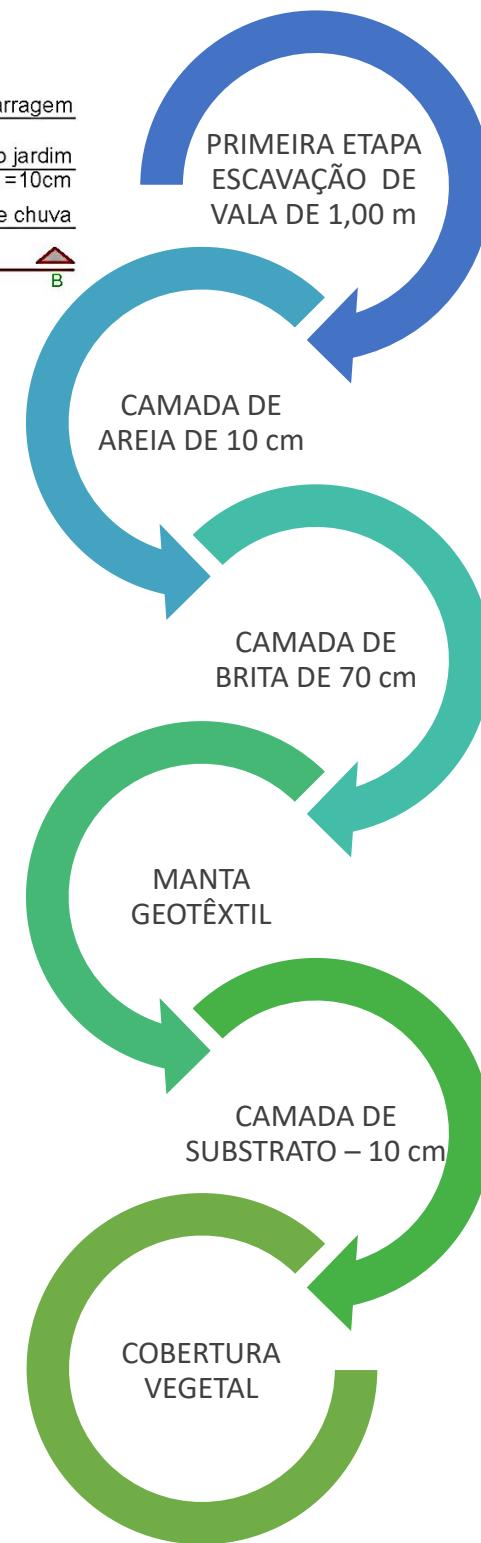


CORTE BB



CORTE AA

Pós Graduação em Gestão de Drenagem Urbana  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS



JARDIM DE CHUVA NA VIA

ATENÇÃO:

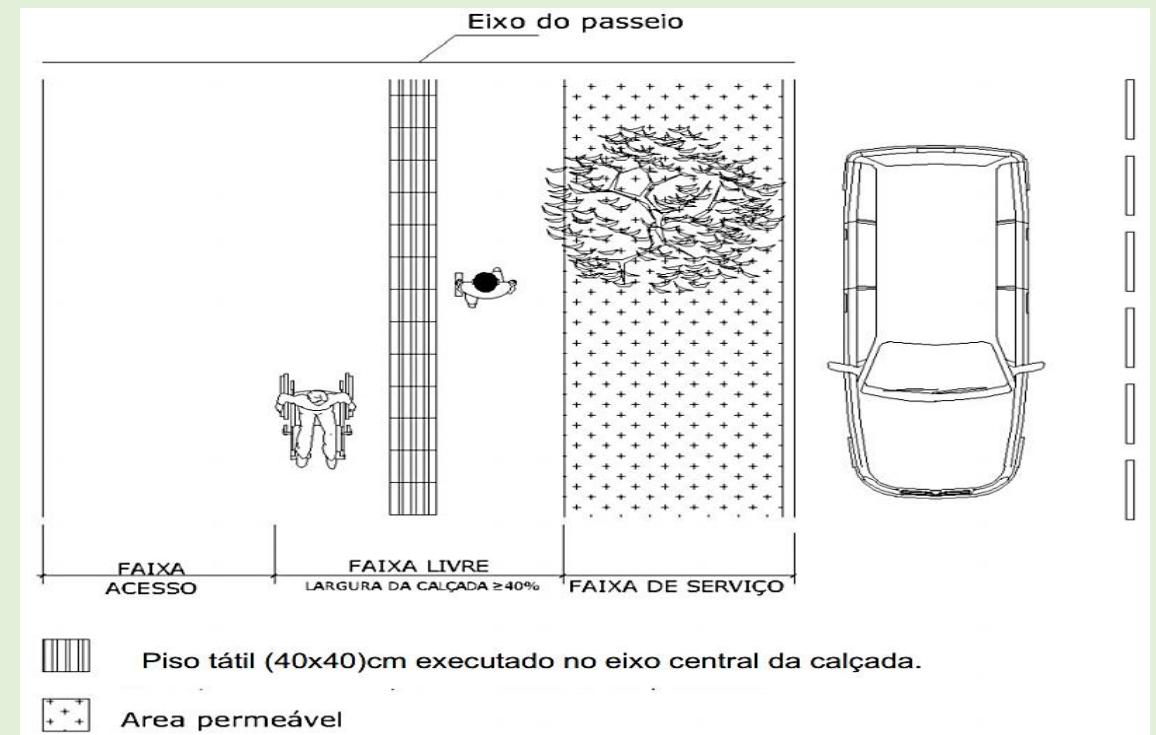
- 1- As dimensões de um jardim de chuva variam de acordo com o tipo de solo e regime de chuvas de cada região, por isso não foram especificadas no desenho.
- 2- Este desenho foi elaborado e é distribuído apenas como referência projetual e, portanto, não exclui a necessidade do usuário consultar um profissional independente e habilitado para determinar o correto dimensionamento e detalhamento para sua execução. Nós não nos responsabilizamos por erros e omissões, de qualquer natureza, relacionados com o referente projeto, isentando-se da responsabilidade para com o mesmo.

MANUAL DE  
TÉCNICAS  
SUSTENTÁVEIS  
DE  
DRENAGEM  
URBANA

# Propostas de aplicabilidade das técnicas BMP em parcelas urbanas:

## H - FAIXA GRAMADA

- **Conceito** – áreas lineares recobertas com grama ou vegetação similar, destinadas a receber o escoamento superficial das áreas impermeabilizadas. Como exemplo: a implantação de faixa gramada no logradouro público, especificamente na calçada (o ideal é ter uma cota mais baixa que o calçamento, para aumentar a capacidade de retenção), próximo ao meio-fio das vias públicas, amortizando o escoamento direto das áreas construídas para o sistema público de drenagem.
- **Finalidade** – aumentar a perspectiva de infiltração e recarga dos aquíferos e promover a **diminuição do volume de água no sistema de drenagem urbana**. Empregadas comumente como pré-tratamento de outras BMP, proporcionando a redução da velocidade de deflúvio, além de trazer benefícios estéticos e paisagísticos, agregando áreas verdes aos espaços urbanos (TOMAZ,2005).



Vista em planta de modelo de calçada de 4,00 m

Fonte: CAMPO GRANDE. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano. Guia de Calçada. Campo Grande, MS, 2011, 3a Ed. 48p

- **Legislação** – o Decreto N. 11.090/2010 regulamenta o Art. 19, do capítulo III, da Lei N. 2.909/1992, estabelecendo especificações para as calçadas no município de Campo Grande - MS.

O Art. 1º do Decreto N. 11.090/2010 recomenda a execução de faixa gramada/permeável nas calçadas de Campo Grande.

Art. 1º - As calçadas serão constituídas por 1 (uma) faixa pavimentada, livre e desimpedida de obstáculos, para o trânsito de pedestres, e 1 (uma) faixa de serviço, junto ao meio-fio, destinada à implantação de mobiliário urbano (sinalização vertical, postes, lixeiras, árvores, orlhões, pontos de ônibus e táxi, entre outros), **a qual deverá ser PERMEÁVEL E GRAMADA**, onde não houver mobiliário urbano ou acessos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS:

- O mencionado trabalho busca contribuir para a divulgação de técnicas sustentáveis em drenagem urbana, principalmente, as aplicações com controle na fonte, ou seja, implantadas na escala do lote. Esclarece-se que os dispositivos de controle podem ser classificados de acordo com a sua localização: na fonte, transporte lento, disposição no local e à jusante, segundo Baptista (2005)
- Contudo, recomenda-se a utilização de técnicas de transporte lento adaptadas a espaços pequenos e estreitos, ou seja, as mesmas podem localizar-se no lote, colaborando para retenção, infiltração e detenção, significando essencialmente controle na fonte, e a minimização dos impactos da impermeabilização urbana.
- Para que a solução surta efeito considerável na vazão final deve haver ações, campanhas e projetos educativos que estimulem a população a implantar, tais sistemas, sendo proposto a elaboração de um guia prático das técnicas sustentáveis para ajudar na divulgação, como incentivo a multiplicação de áreas com retenção in loco, reduzindo assim, o deflúvio gerado.
- Além disso, o controle na ocupação do solo visa proteger as áreas mais suscetíveis à erosão, as áreas alagadiças, próximas as nascentes ou cursos d'água, acrescentando a permeabilidade e preservando mananciais.
- Concomitantemente, deve-se incentivar a implantação de áreas verdes, o reflorestamento das matas ciliares, a criação de parques urbanos, o quais, proporcionam melhoria da qualidade de vida da população, além é claro, de propiciar maiores áreas de infiltração, percolação e evapotranspiração, buscando assim a volta dos índices da drenagem que ocorriam na área antes da urbanização (Equilíbrio do Ciclo Hidrológico).

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: Requisitos. Rio de Janeiro, 2007. 8 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16416: Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015.
- AZZOUT, Y., et al. Techniques alternatives en assainissement pluvial. Paris: Lavoisier, 371 p. 1994.
- BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S. Técnicas compensatórias em drenagem urbana. Porto Alegre: ABRH, 2005.
- CAMPO GRANDE. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano. Guia de Calçada. Campo Grande, MS, 2011, 3a Ed. 48p.
- CANHOLI, A. Drenagem Urbana e Controle de enchentes. 2a. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- CIRIA – CONSTRUCTION INDUSTRY RESEARCH AND INFORMATION ASSOCIATION. Control of Risk. A guide to the systematic management of risk from construction. 1996.
- FLETCHER, T. D. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more - The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. Urban Water Journal, 2014.
- GUTIERREZ, L.; Avaliação da qualidade da água de chuva e de um sistema filtro-vala-trincheira de infiltração no tratamento do escoamento superficial direto predial em escala real em São Carlos - SP. Dissertação (Mestrado), UFSCar, 2011. 198 f.
- PMCG. Plano Diretor de Drenagem Urbana. Prefeitura Municipal de Campo Grande – MS. Decreto n. 12.680, de 9 de julho de 2015.
- PMCG. Prefeitura Municipal de Campo Grande – MS. Lei Municipal N. 5.591/2015. Dispõe sobre a implantação do telhado verde nos prédios da administração pública direta e indireta no município de Campo Grande - MS, e dá outras providências.

# MUITO OBRIGADA!

Arq. Adriana Idalina Rojas Gutierrez - contato: [adrianaidalina@gmail.com](mailto:adrianaidalina@gmail.com)

Arq. Ivanete Carpes Ramos – contato: [iva.carpes@gmail.com](mailto:iva.carpes@gmail.com)

Ano/2017