

A Água no Meio Urbano: Criando Cidades Sustentáveis

Prof^a Aline Pires Veról

FAU/UFRJ

2018.1

Contexto

- As atividades humanas introduzem alterações no padrão de uso e ocupação do solo que, por sua vez, acabam por colocar em movimento uma série de processos que modificam a qualidade do ambiente, tanto natural quanto construído.



Contexto

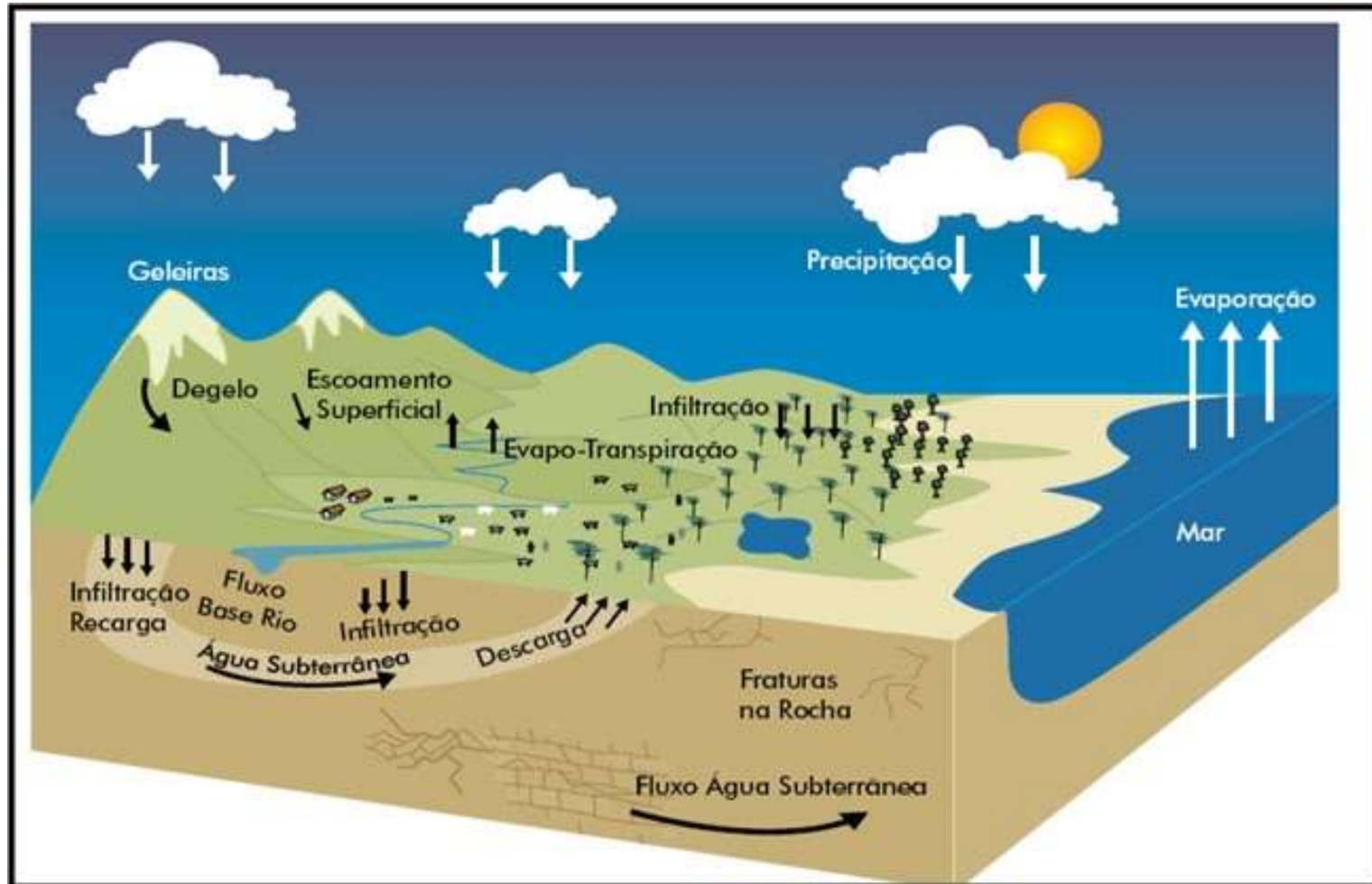
- O problema das **cheias urbanas** é um dos **grandes desafios atuais**, especialmente nas grandes cidades de países em desenvolvimento.

Desafios da Drenagem Urbana

- Crescimento populacional
- Controle da ocupação do solo
- Mudanças climáticas globais

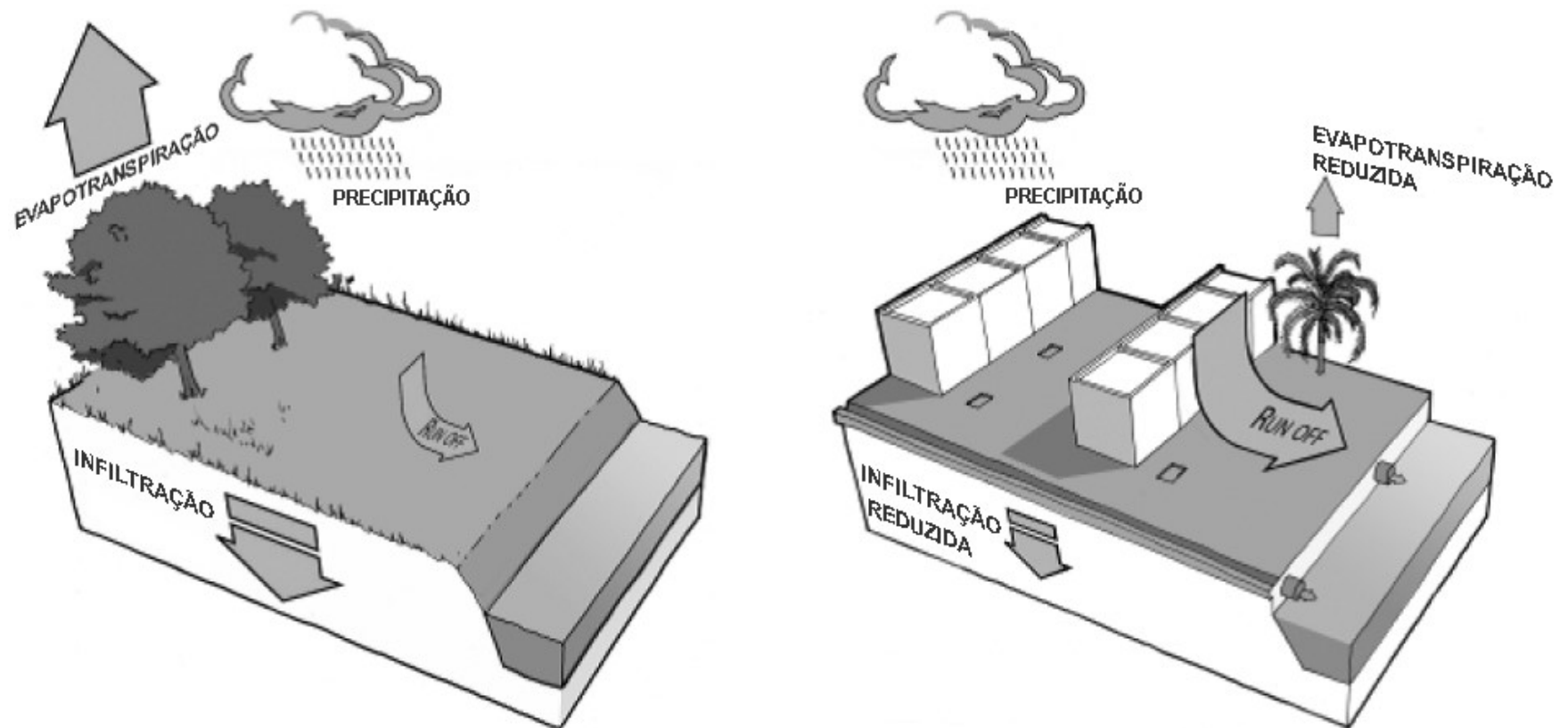


Ciclo Hidrológico

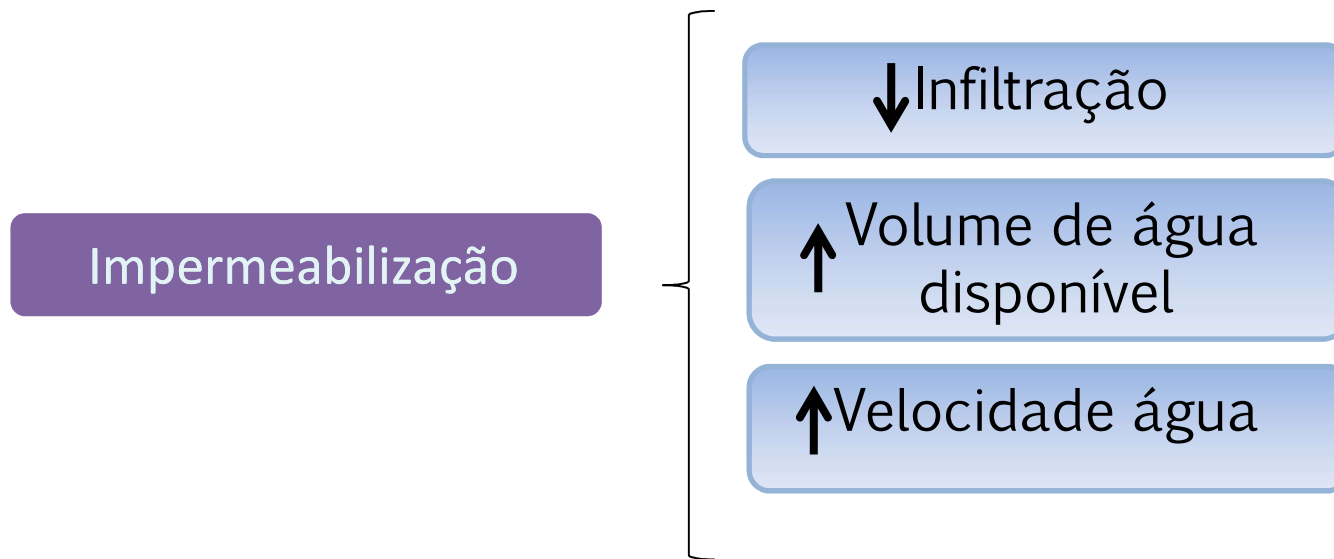


A Água e as Cidades

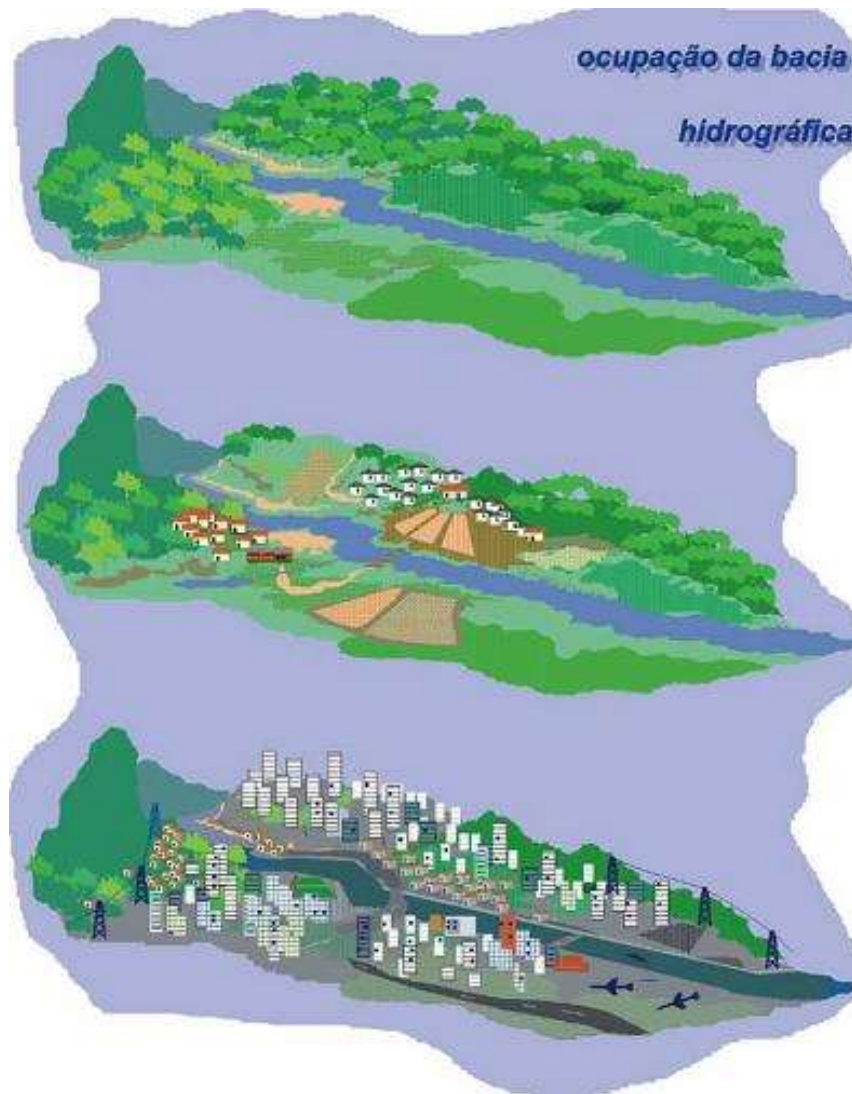
Ciclo Hidrológico Urbano



Hidrologia urbana



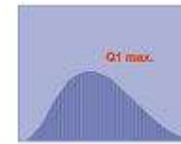
Desenvolvimento Urbano



Influência da Urbanização no Hidrograma de Enchente



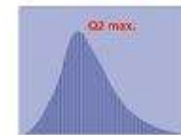
espaço natural



hidrograma típico



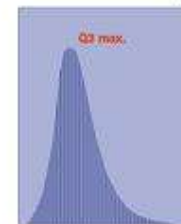
ocupação pelo homem (médio prazo)



hidrograma típico



ocupação pelo homem (longo prazo)



hidrograma típico



retificação

Fonte: SEMADS

Sistema de Drenagem Urbana

Microdrenagem



Macro drenagem

Sistema de Drenagem Urbana



- **Microdrenagem**
 - Lotes urbanos, praças, ruas
 - Visa a rápida retirada da água de chuva
 - Composta por galerias, sarjetas, bocas de lobo
 - Risco associado entre 2 e 10 anos
 - RJ: 10 anos (Rio-Águas)

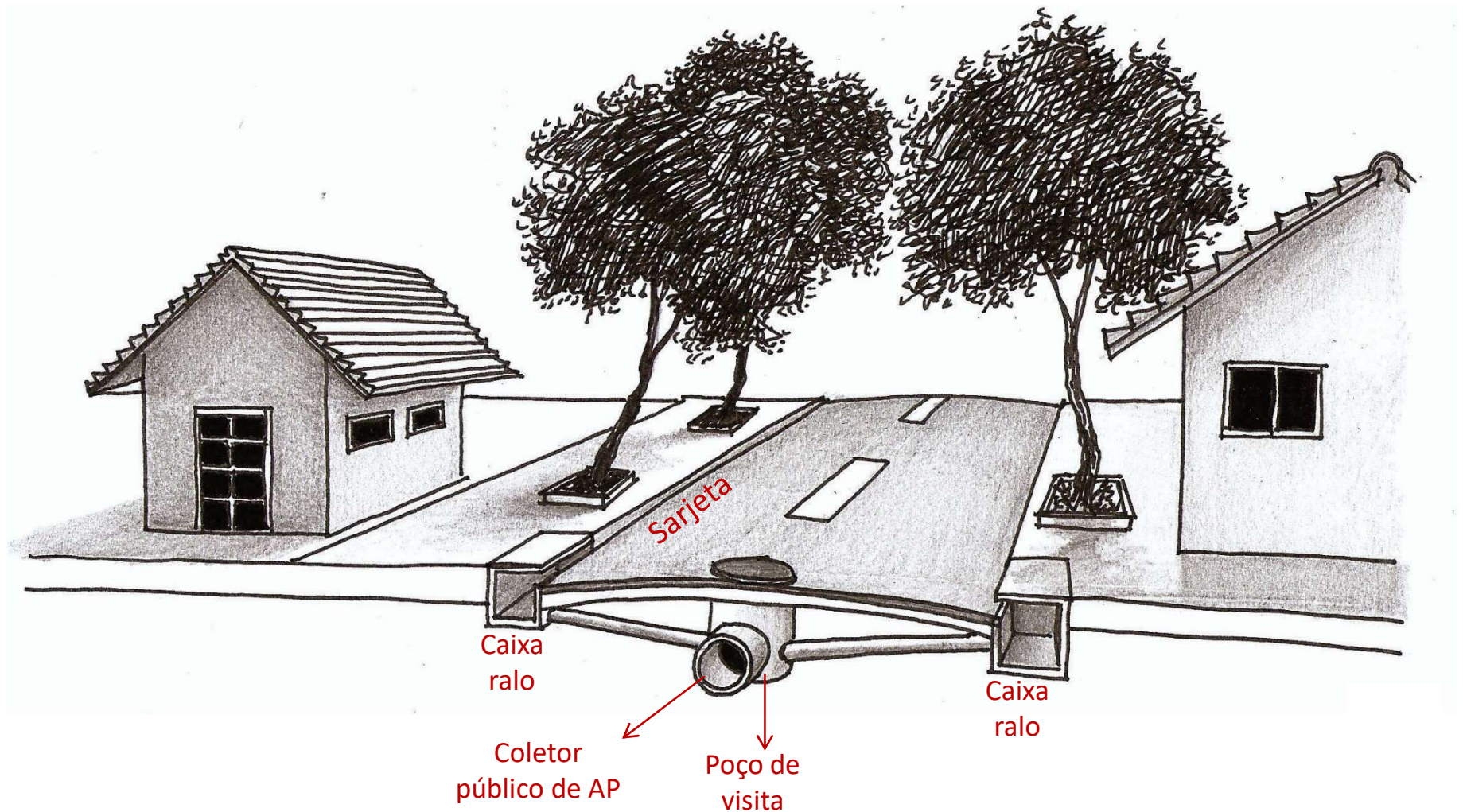


- **Macro drenagem**
 - Hidrografia natural + canais de drenagem + grandes galerias
 - Dimensionada para receber as águas da microdrenagem
 - Risco associado entre 10 e 100 anos
 - Brasil: 25 anos (Ministério das Cidades)

Elementos do Sistema de Microdrenagem

- Sarjetas
- Bocas de lobo e caixas-ralo
- Poços de visita
- Caixas de ligação
- Canais e galerias

Elementos do Sistema de Microdrenagem



Fonte: Miguez et al., 2015

Sistema de Drenagem Urbana

13

- Rios Urbanos



Sistema de Drenagem Urbana

- Rios urbanos degradados



A Água e as Cidades

Falhas de Drenagem e Cheias



A Água e as Cidades

Falhas de Drenagem e Cheias



Praça da Bandeira, Rio de Janeiro



Rua Jardim Botânico, Rio de Janeiro – Abril/2010



**"Do rio que tudo arrasta se diz que é violento
Mas ninguém diz violentas as margens que o comprimem."**

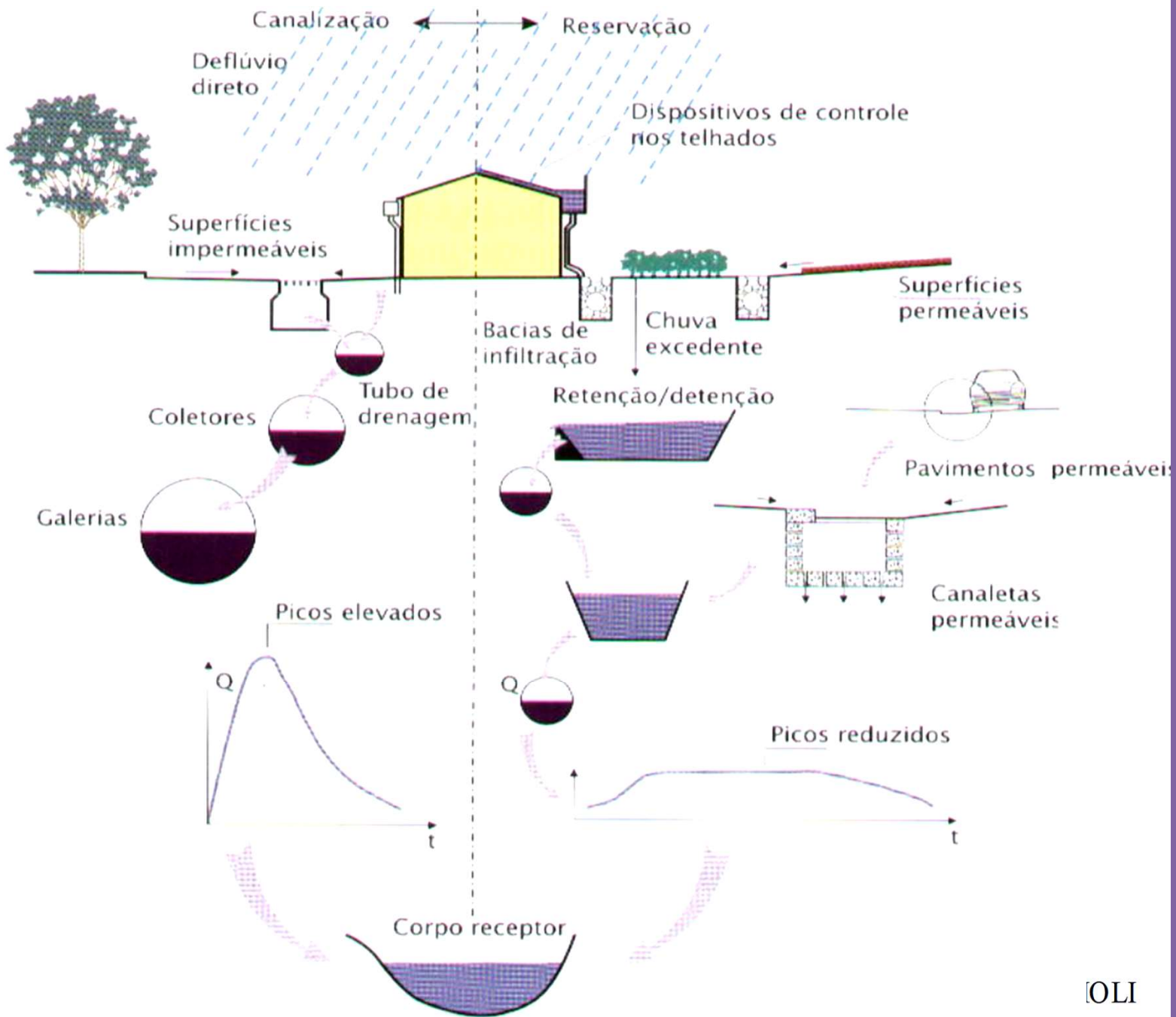
- Bertolt Brecht, no poema *"Sobre a Violência"*



Tendências e Desafios

- Nos últimos anos, vem havendo uma **mudança na concepção de projetos** de controle de cheias e drenagem urbana.
- É preciso integrar ações na busca da construção de um **ambiente equilibrado, harmônico e sustentável a longo prazo**.

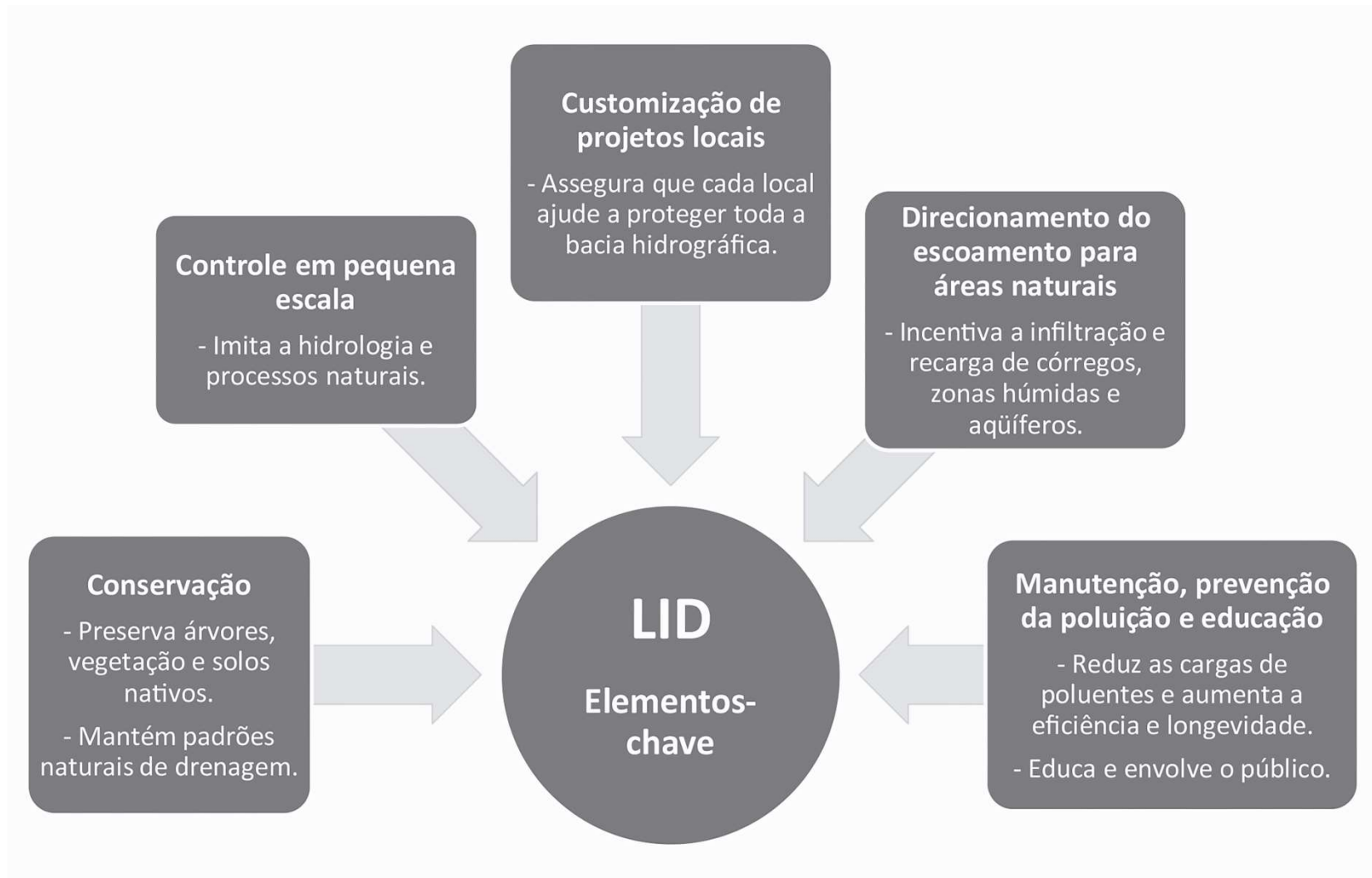
Visão Tradicional



OLI

Novas Tendências

LID (*Low Impact Development*)

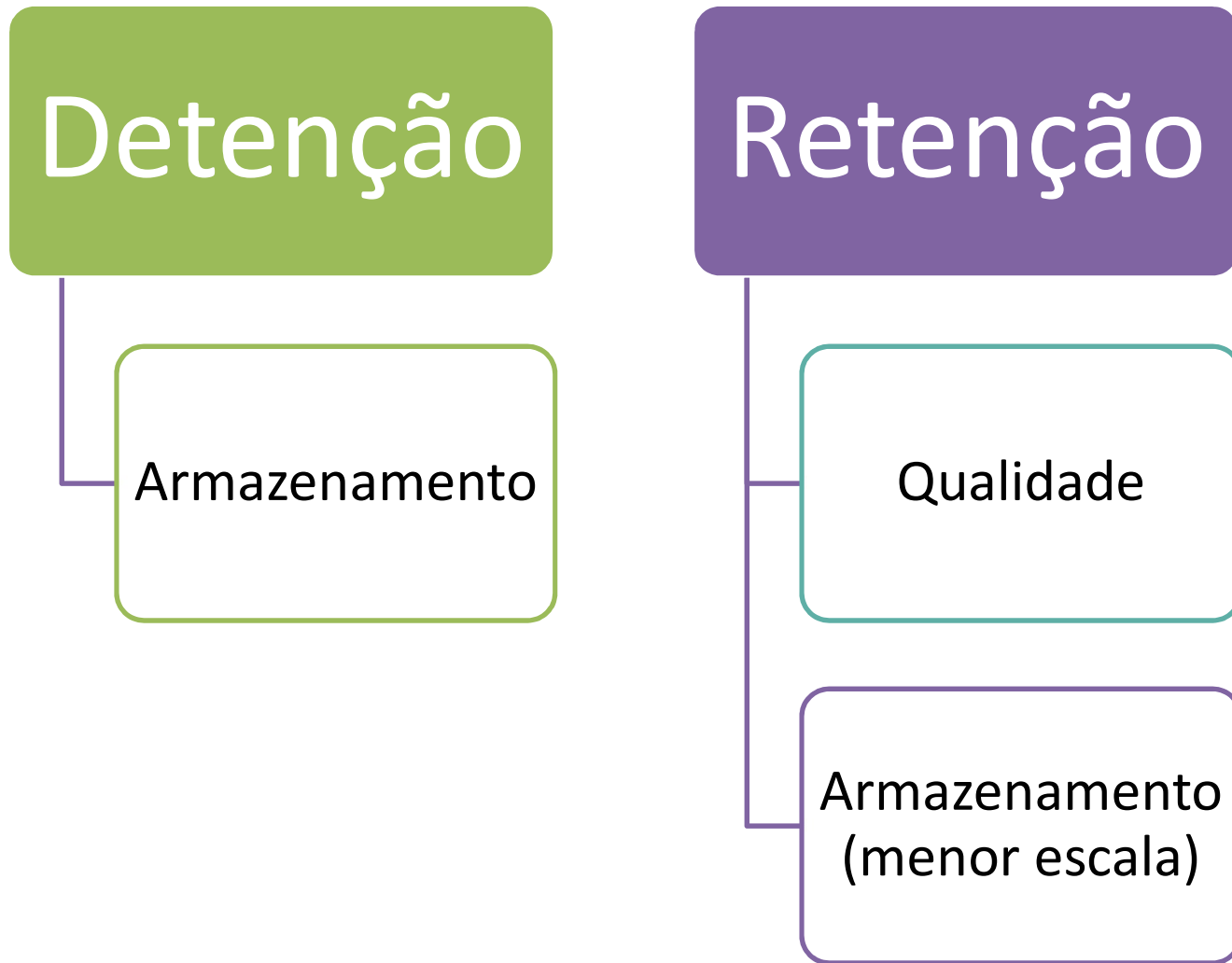


Medidas LID

- Pavimentos permeáveis
- Tetos verdes
- Trincheiras de infiltração
- Reservatórios de retenção
- Reservatórios de retenção
- Jardins de chuva
- Reservatórios de lote



Reservatórios de Detenção e Retenção



Reservatórios de Detenção e Retenção

Reservatórios de Detenção

- Sem lago permanente
- Remoção de sólidos em suspensão (efeito secundário)
- Prioridade para o controle de cheias
- Usualmente sem espécies vegetais

Reservatórios de Retenção

- Com lago permanente
- Remoção de sólidos em suspensão, DBO, nutrientes, etc.
- Prioridade para o controle da qualidade da água
- Usualmente com espécies vegetais

Tipos de Reservatórios de Detenção

Os reservatórios de detenção podem ser classificados da seguinte forma:

Localização {

- encosta;
- praça;
- parque;
- lote;
- passeio;
- outros.

Cobertura {

- a céu aberto;
- coberto.

Posição relativa
ao curso d'água {

- on-line;
- off-line.

Infiltração {

- com estrutura de infiltração;
- sem estrutura de infiltração.

Reservatórios de Detenção





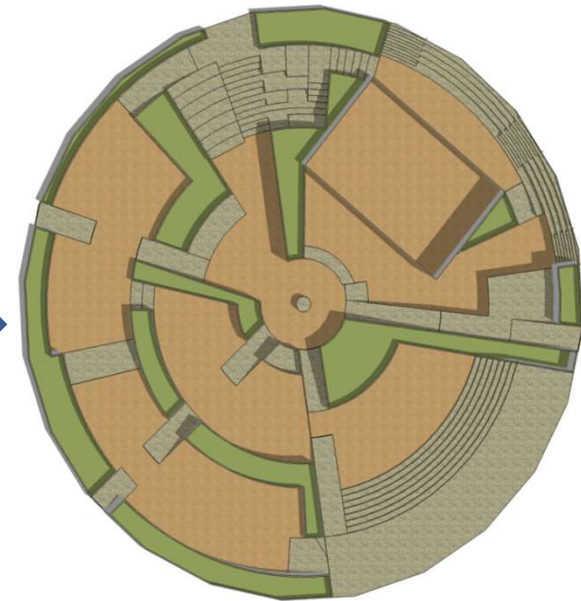
Praça Afonso Pena, Tijuca

Reservatórios de Detenção

- Uma **prática recomendável** consiste em **dimensionar o reservatório em patamares** – um volume mais baixo, para amortecer uma cheia mais recorrente, e um volume maior, que será inundado menos frequentemente e que poderá ser usado para paisagismo e campos de esporte, dentre outros.



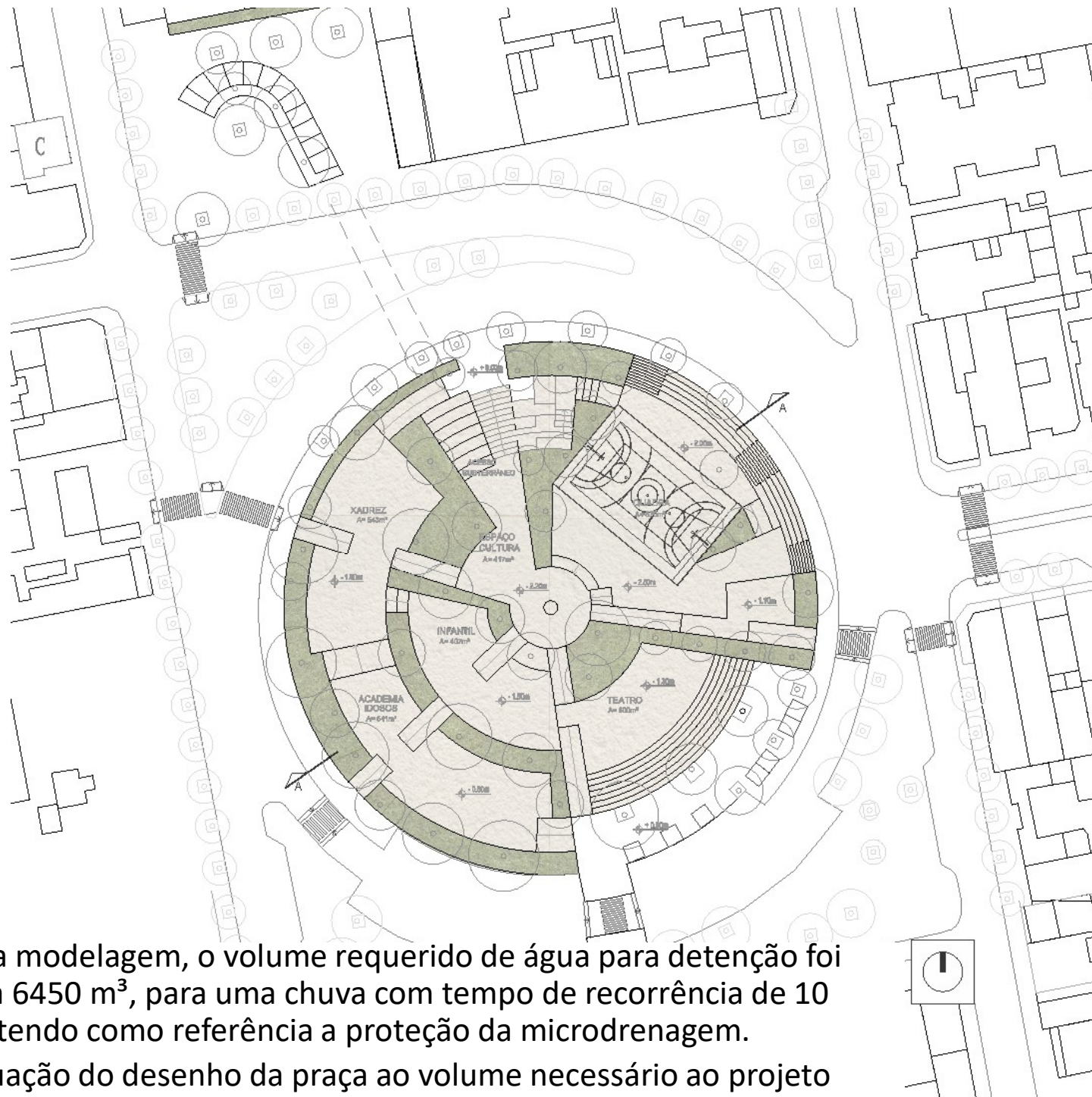
Praça Barão de Drumond, Vila Isabel/RJ



Projeto de Isadora Tebaldi (2014)

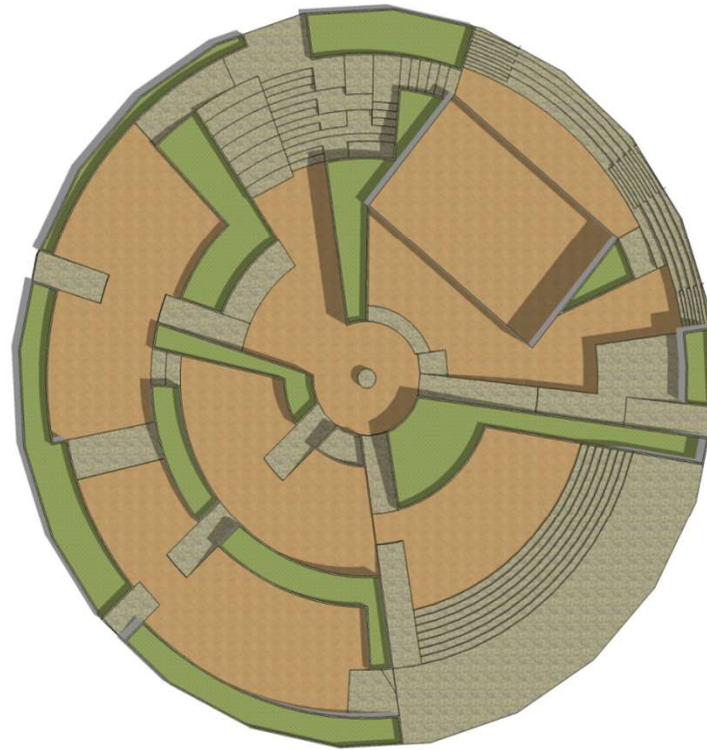


Fotos da Autora

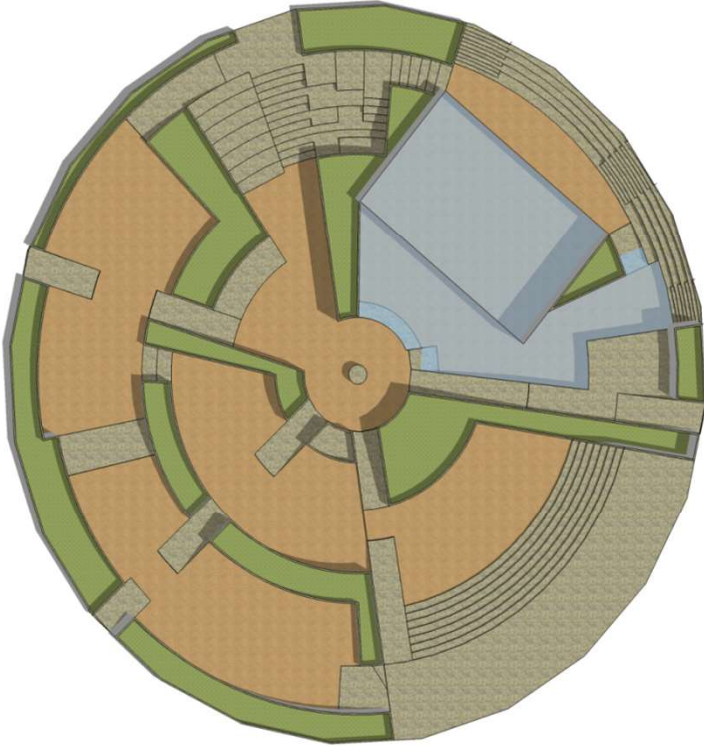


- Após a modelagem, o volume requerido de água para detenção foi igual a 6450 m^3 , para uma chuva com tempo de recorrência de 10 anos, tendo como referência a proteção da microdrenagem.
- Adequação do desenho da praça ao volume necessário ao projeto

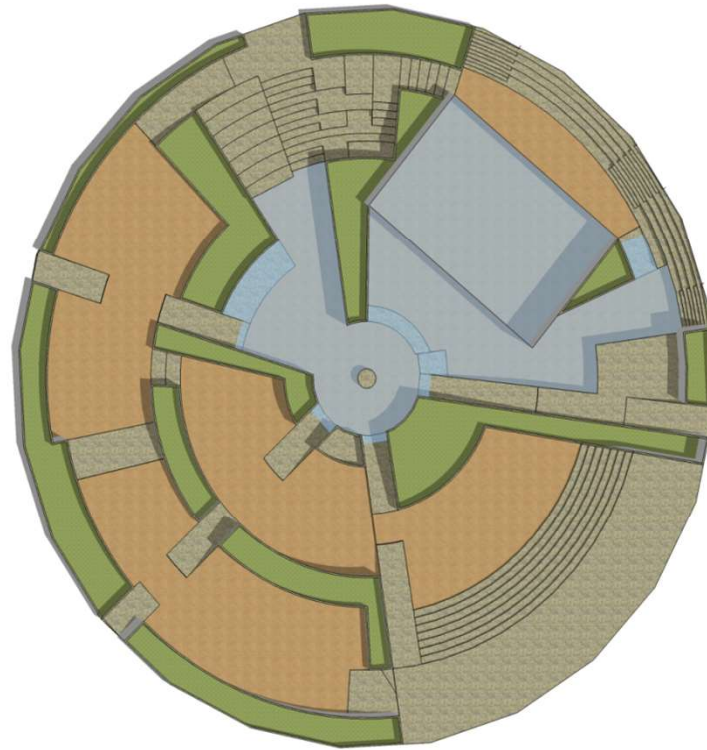
Praça Barão de Drumond, Vila Isabel/RJ



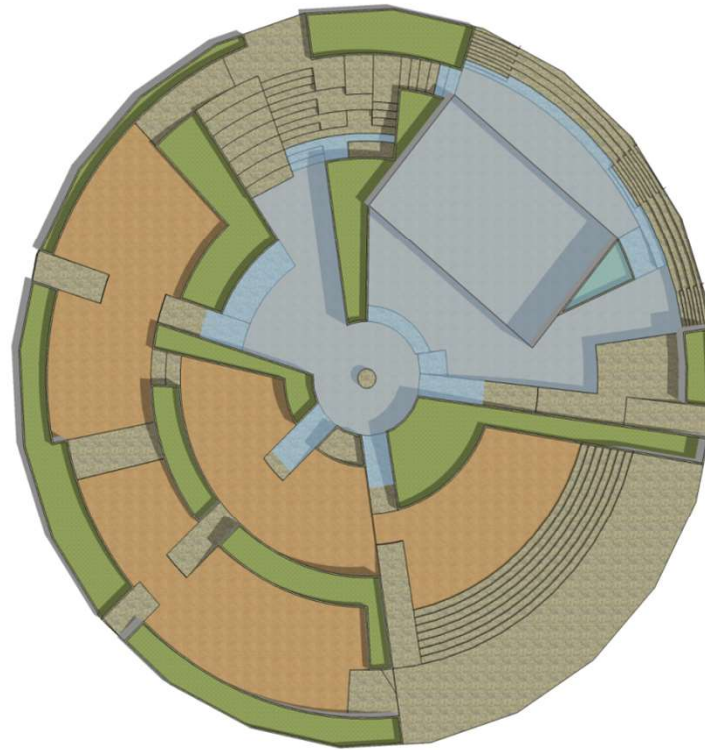
Praça Barão de Drumond, Vila Isabel/RJ



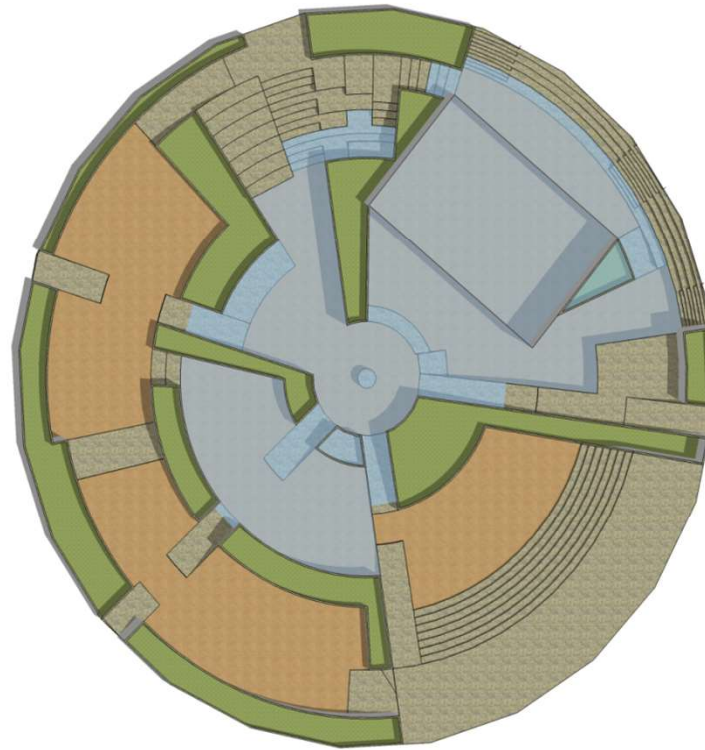
Praça Barão de Drumond, Vila Isabel/RJ



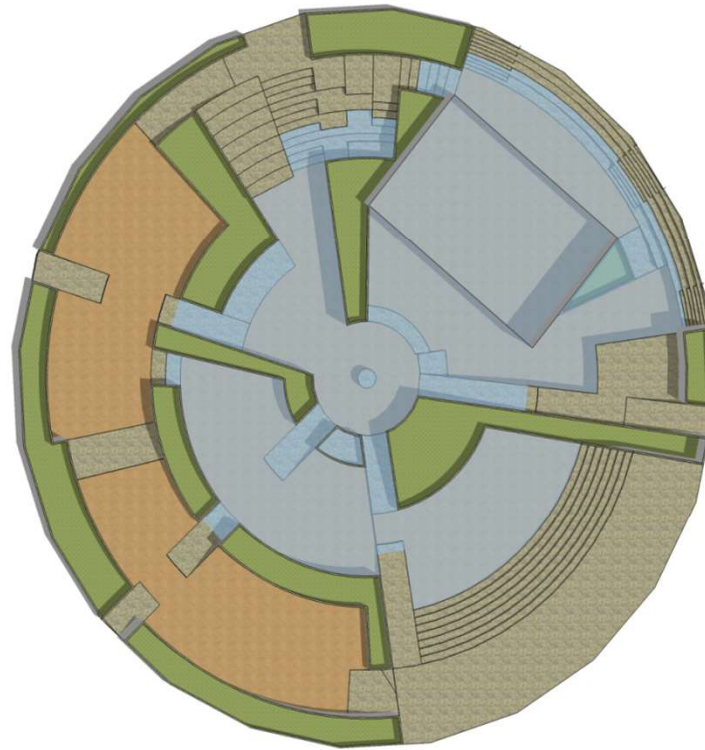
Praça Barão de Drumond, Vila Isabel/RJ



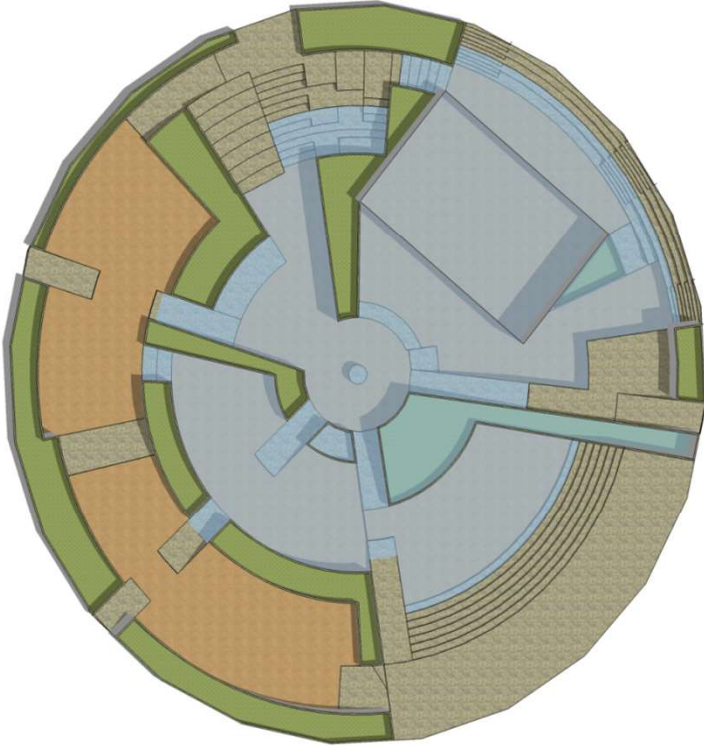
Praça Barão de Drumond, Vila Isabel/RJ



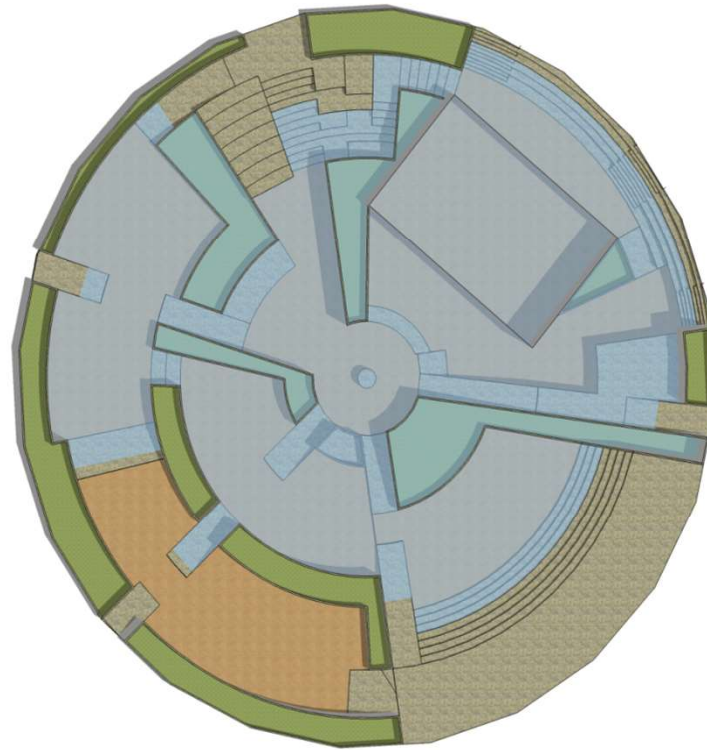
Praça Barão de Drumond, Vila Isabel/RJ



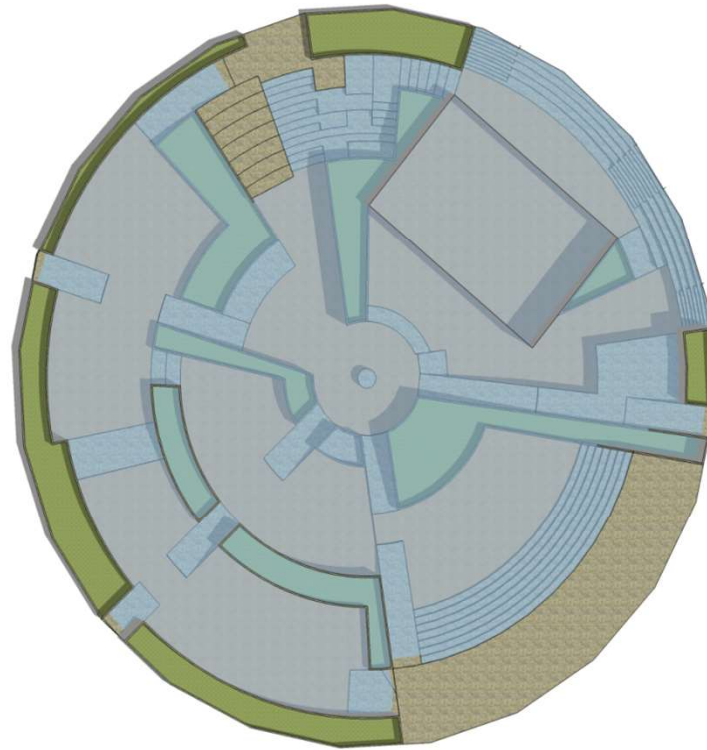
Praça Barão de Drumond, Vila Isabel/RJ

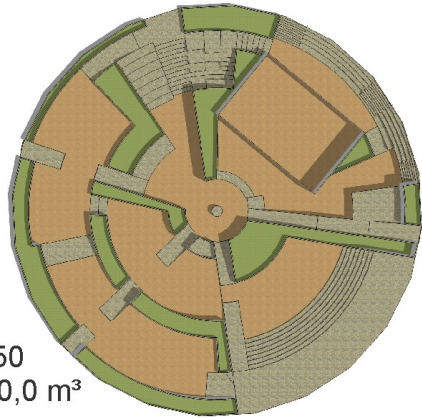


Praça Barão de Drumond, Vila Isabel/RJ

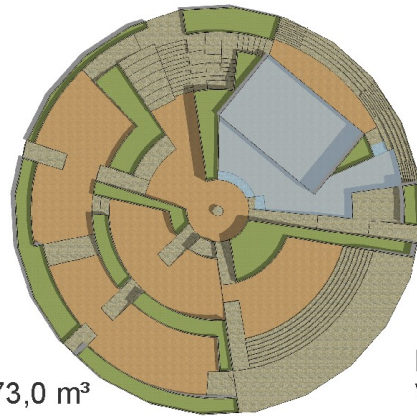


Praça Barão de Drumond, Vila Isabel/RJ

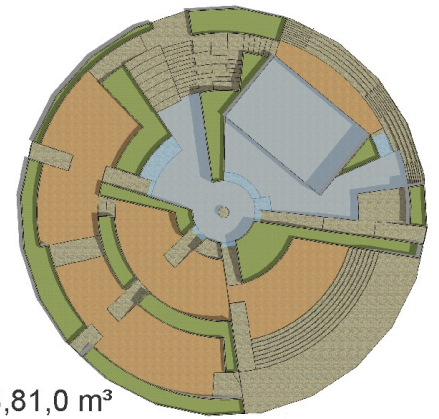




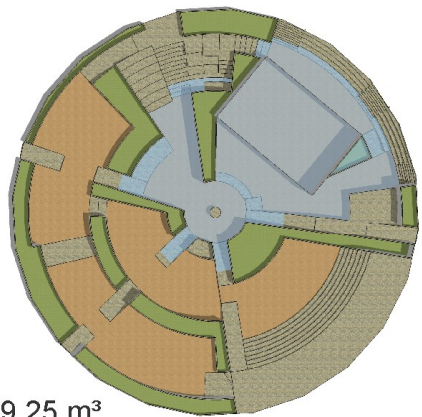
NÍVEL: -2,50
VOLUME: 0,0 m³



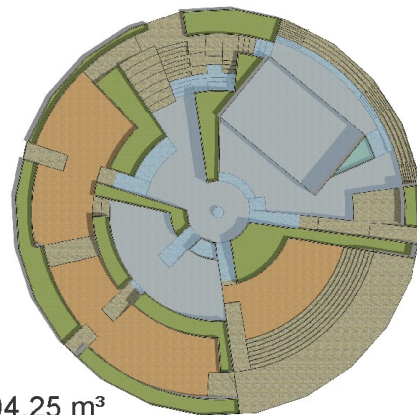
NÍVEL: -2,2
VOLUME: 273,0 m³



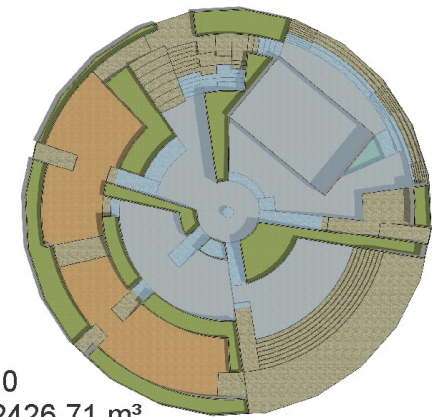
NÍVEL: -2,00
VOLUME: 538,81,0 m³



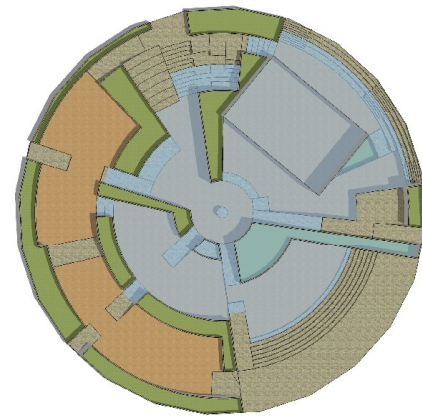
NÍVEL: -1,50
VOLUME: 1309,25 m³



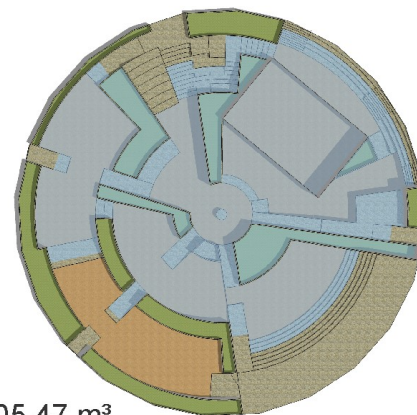
NÍVEL: -1,30
VOLUME: 1804,25 m³



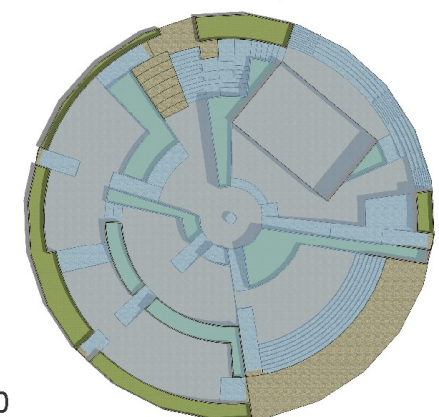
NÍVEL: -1,10
VOLUME: 2426,71 m³



NÍVEL: -1,00
VOLUME: 2772,54 m³

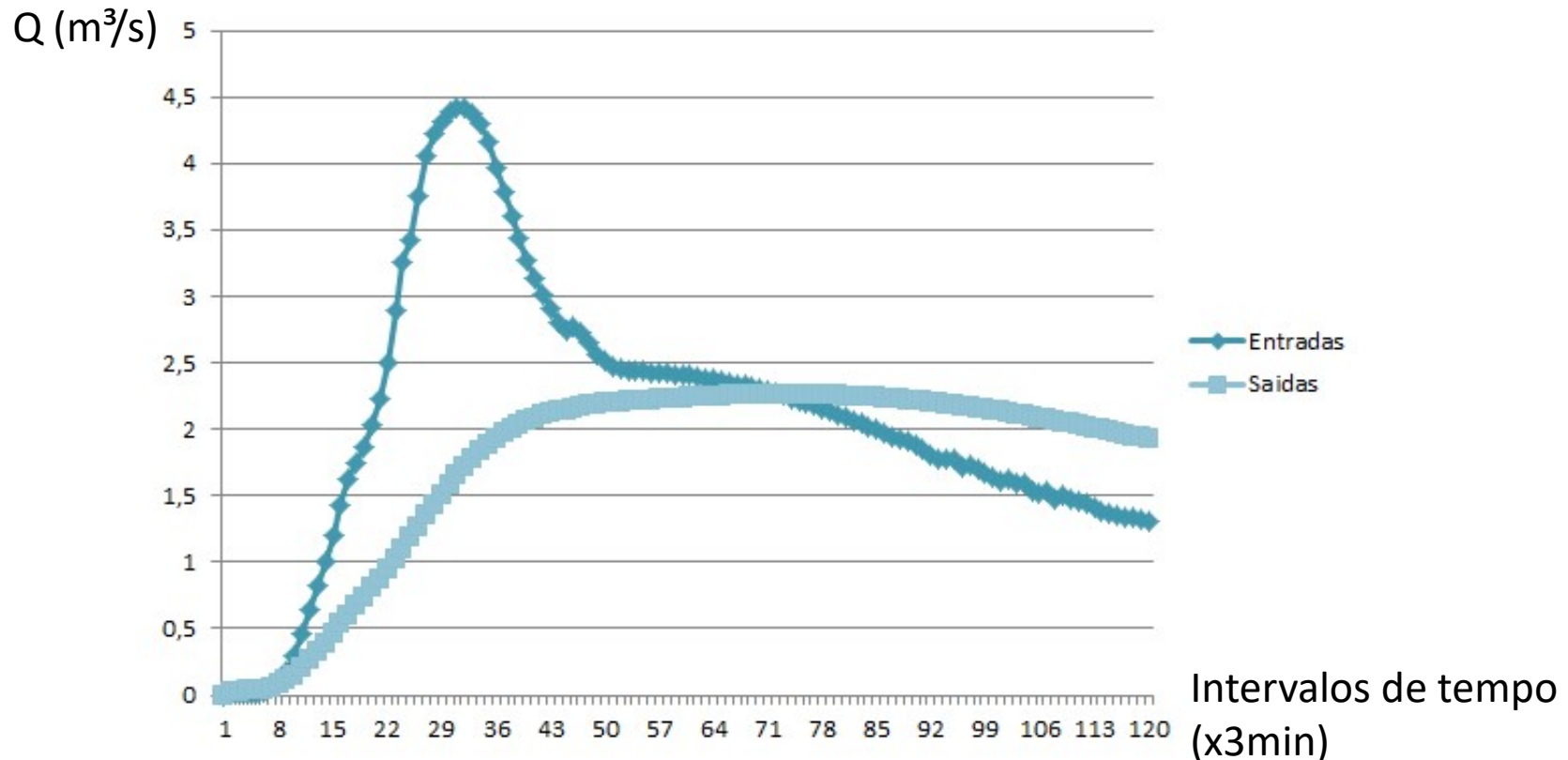


NÍVEL: -0,60
VOLUME: 4605,47 m³

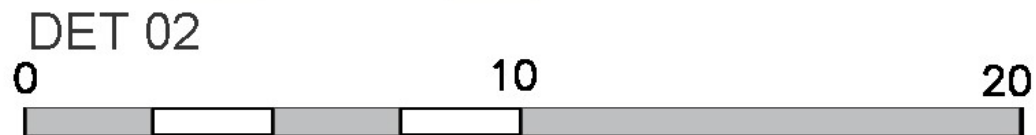
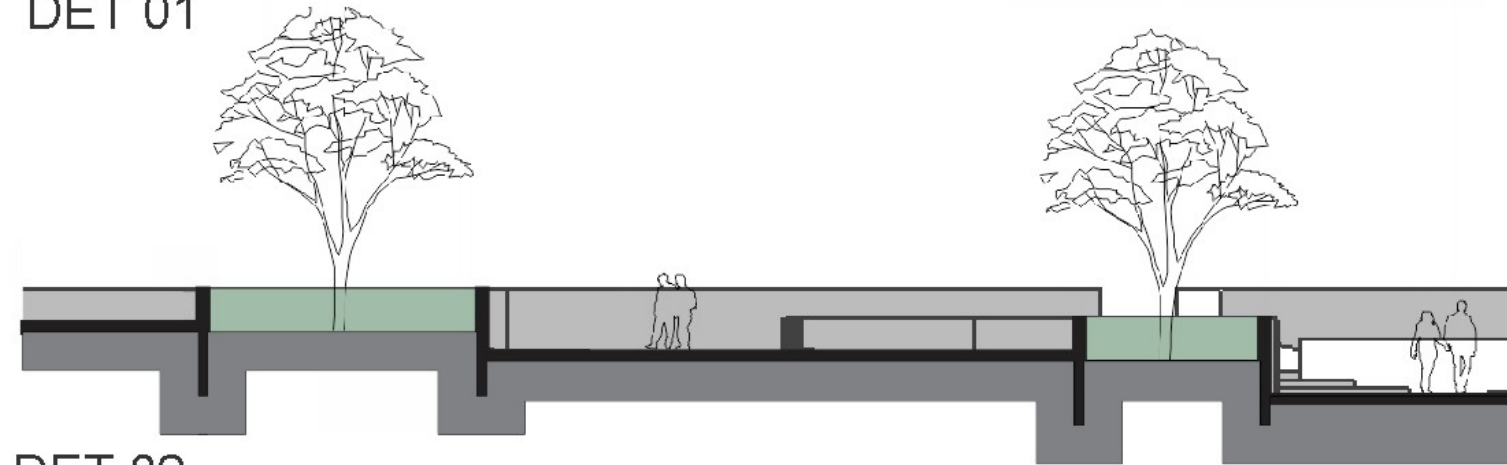
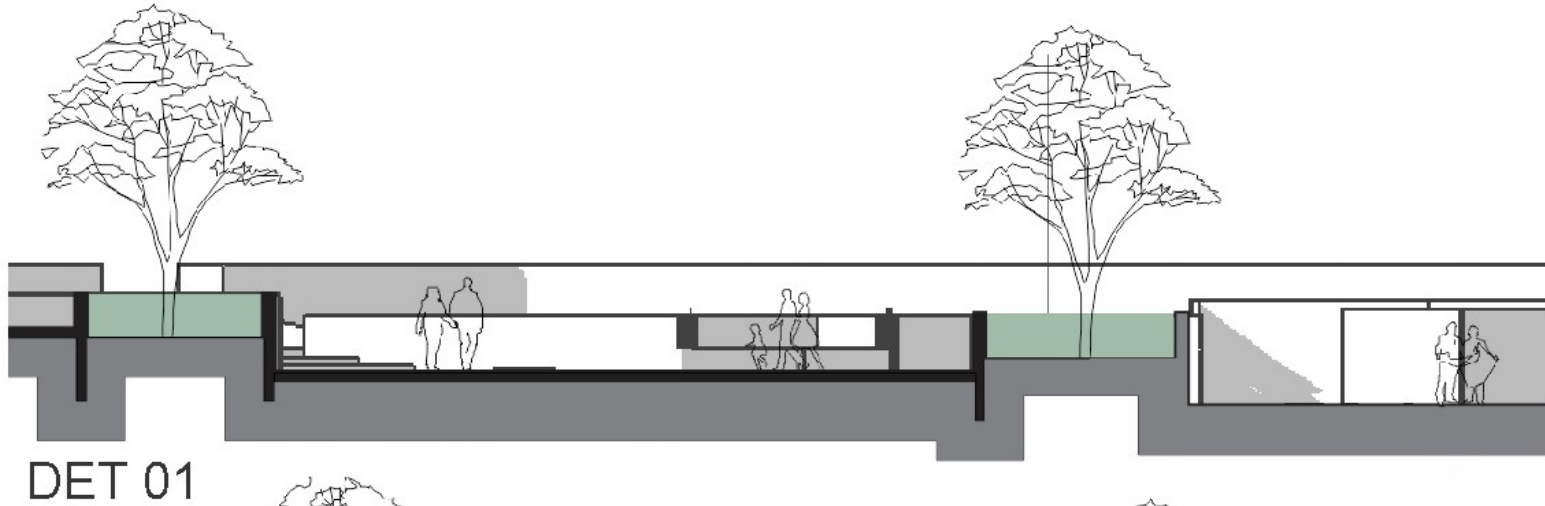
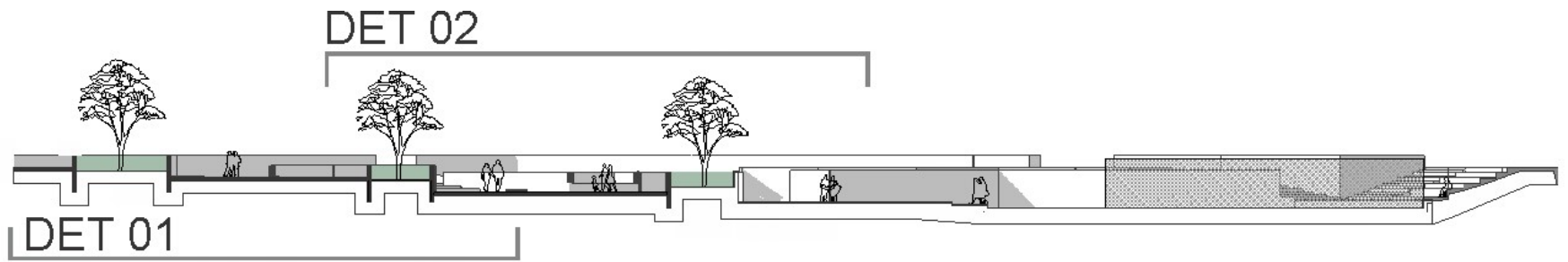


NÍVEL: 0,0
VOLUME: 8135,62 m³

HIDROGRAMA



- Após o projeto urbanístico, o volume obtido foi de 8135m^3 , 25% maior que o necessário para o tempo de retorno de 10 anos e compatível com a proteção para a chuva de recorrência de 25 anos, que é o tempo de referências para projetos de macrodrenagem, garantindo uma proteção adicional ao sistema.





Reservatórios de Retenção

- Reservatórios de retenção tratam a qualidade da água e agregam a possibilidade de armazenar alguma volume adicional (de forma similar à bacia de retenção).



Legislação Rio de Janeiro

Decreto nº 23.940 de 30 de janeiro de 2004

- Art. 1º - Fica obrigatória, nos empreendimentos novos, públicos e privados que tenham **área impermeabilizada igual ou superior a 500m², a construção de reservatório de retardo** destinado ao acúmulo das águas pluviais e posterior descarga para a rede de drenagem e de um outro reservatório de acumulação das águas pluviais para fins não potáveis, quando couber.
- Art. 2º - No caso de novas edificações residenciais multifamiliares, industriais comerciais ou mistas, públicas ou privadas que apresentem **área do pavimento do telhado igual ou superior a 500m², e no caso de residenciais multifamiliares com 50 ou mais unidades, será obrigatória a existência do reservatório de acumulação de águas pluviais para fins não potáveis** e, pelo menos um ponto de água destinado a essa finalidade, sendo a capacidade mínima do reservatório calculada somente em relação às águas captadas do telhado.

Legislação Rio de Janeiro

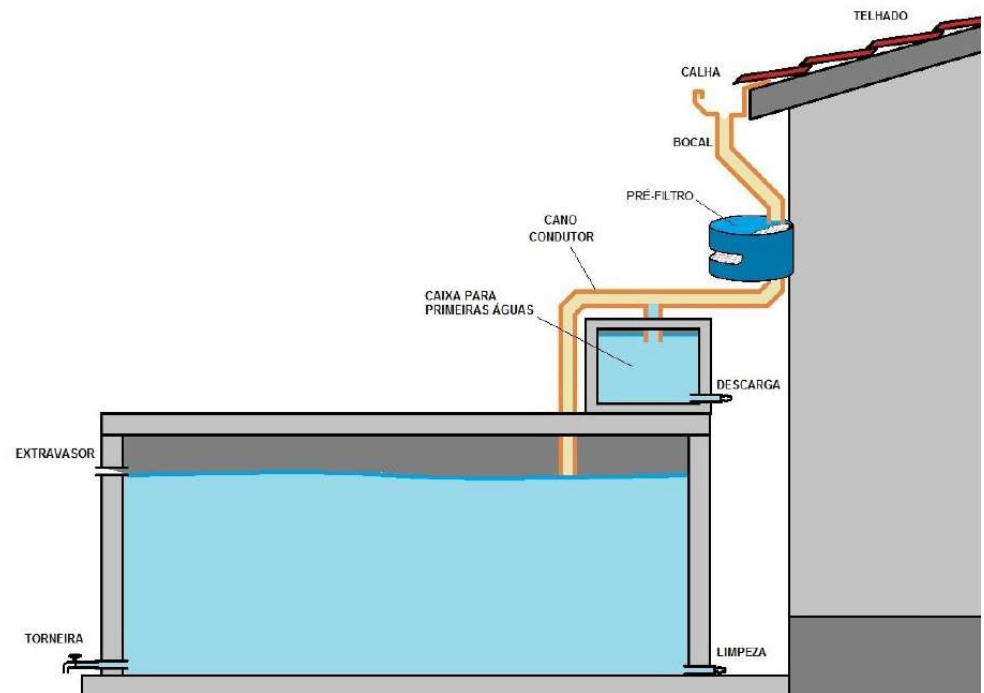
Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU nº 001 de 27 de janeiro de 2005

- **Reservatório de acumulação de águas pluviais:**
Estrutura de armazenamento que tem a finalidade de receber as águas de chuva captadas nos telhados para fins de uso não humano.
- **Reservatório de detenção/retardo (=bacia detenção):**
Estrutura de armazenamento para acumular o escoamento adicional causado pela impermeabilização de uma área, deixando escoar, por meio de um orifício, uma vazão que acontecia antes da impermeabilização.



Reservatórios de acumulação de águas pluviais

- Armazenam água durante a passagem do pico da cheia e esvaziam em um momento posterior, simulando o armazenamento que ocorria naturalmente na bacia, antes da urbanização, pela interceptação vegetal e pelo armazenamento no solo após infiltração.



Reservatório de água de chuva com gradeamento, caixa de decantação e cloração para utilização da água para fins não potáveis diretamente do reservatório

Reservatórios de detenção



Pistas de skate

Anfiteatros



Legislação Rio de Janeiro

Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU nº 001 de 27 de janeiro de 2005

- § 1º - A capacidade do reservatório de **acumulação** deverá ser calculada com base na seguinte equação:

$$V = K \times A_i \times h$$

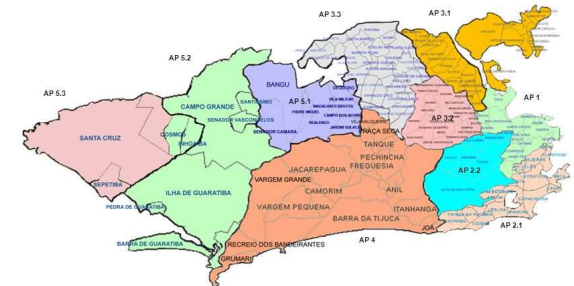
V = volume do reservatório (m³)

K = coeficiente de abatimento; correspondente a 0,15

A_i = área do telhado (m²)

h = altura de chuva (m); correspondente a 0,06m nas Áreas de Planejamento 1, 2 e 4 e a 0,07m nas Áreas de Planejamento 3 e 5

**Rio de Janeiro –
Áreas Programáticas - AP**



Legislação Rio de Janeiro

Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU nº 001 de 27 de janeiro de 2005

- § 1º - A capacidade do reservatório de **retenção** deverá ser calculada com base na seguinte equação:

$$V = K \times A_i \times h$$

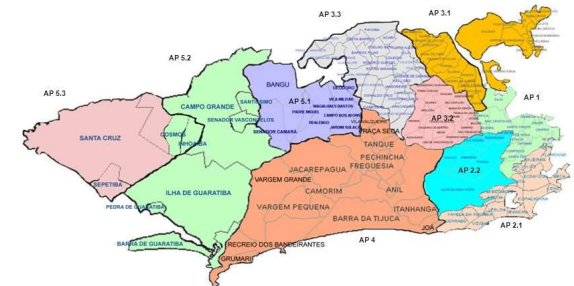
V = volume do reservatório (m³)

K = coeficiente de abatimento; correspondente a 0,15

A_i = área de piso impermeável (m²)

h = altura de chuva (m); correspondente a 0,06m nas Áreas de Planejamento 1, 2 e 4 e a 0,07m nas Áreas de Planejamento 3 e 5

**Rio de Janeiro –
Áreas Programáticas - AP**



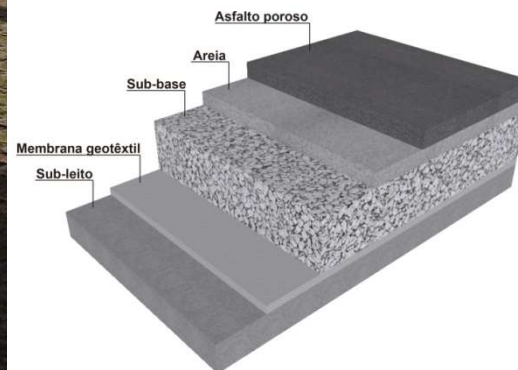
Pavimentos Permeáveis

Infiltração

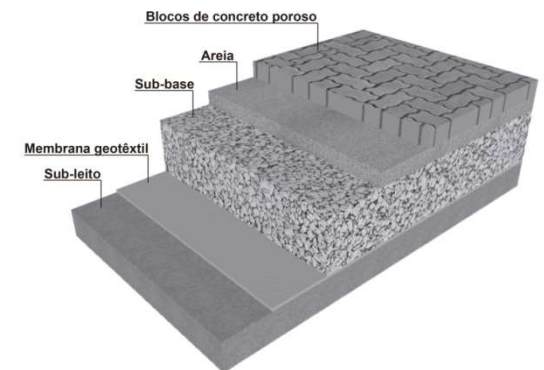
Reservação



- **Dispositivo de infiltração** onde o escoamento superficial é desviado através de uma superfície permeável para dentro de um reservatório de pedras localizado sob a superfície do terreno.



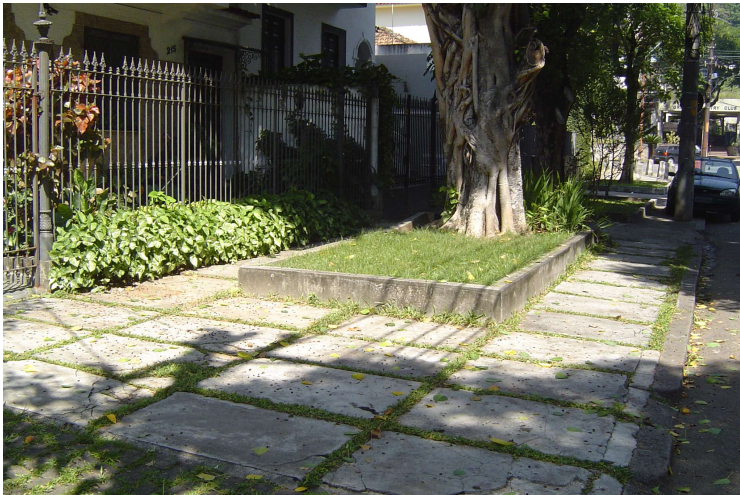
ASFALTO POROSO



BLOCOS DE PAVIMENTO POROSO



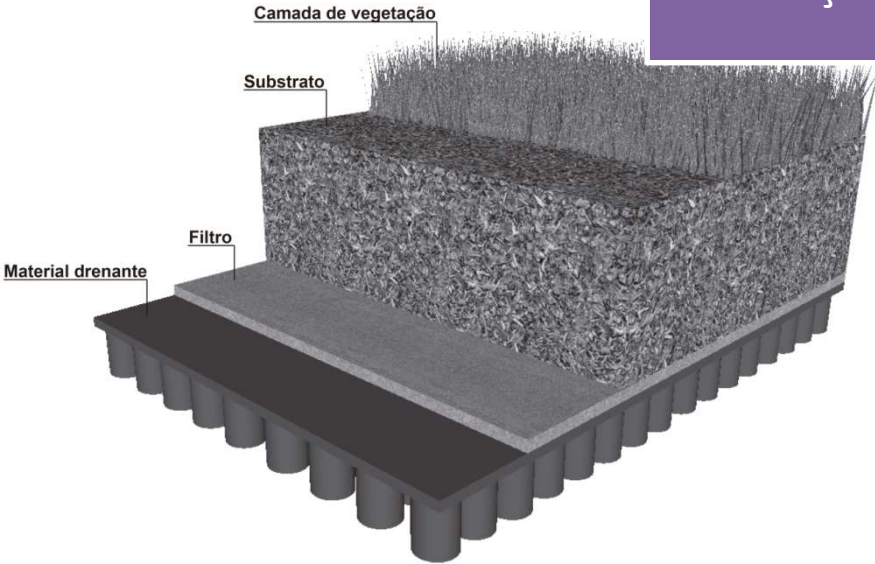
X



Telhados Verdes

Infiltração

Reservação

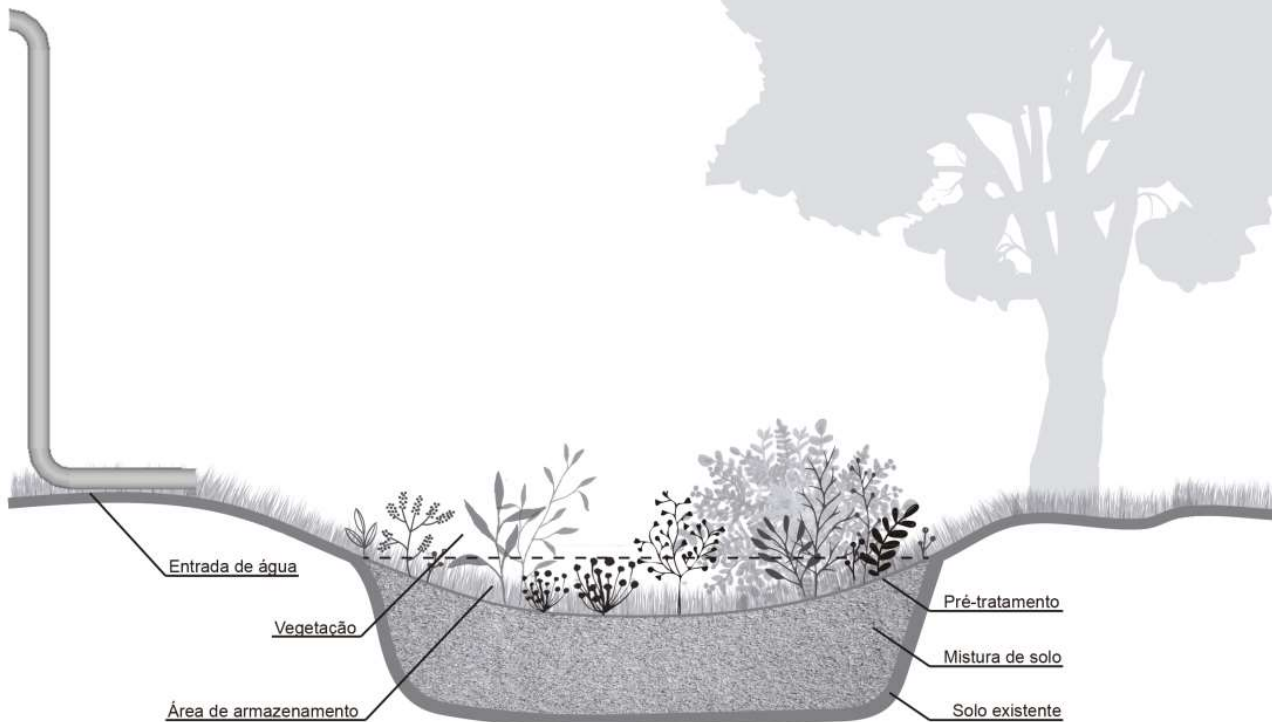


Jardim de chuva

Infiltração

Reservação

- Potencialização da infiltração em canteiros especialmente preparados para este fim.



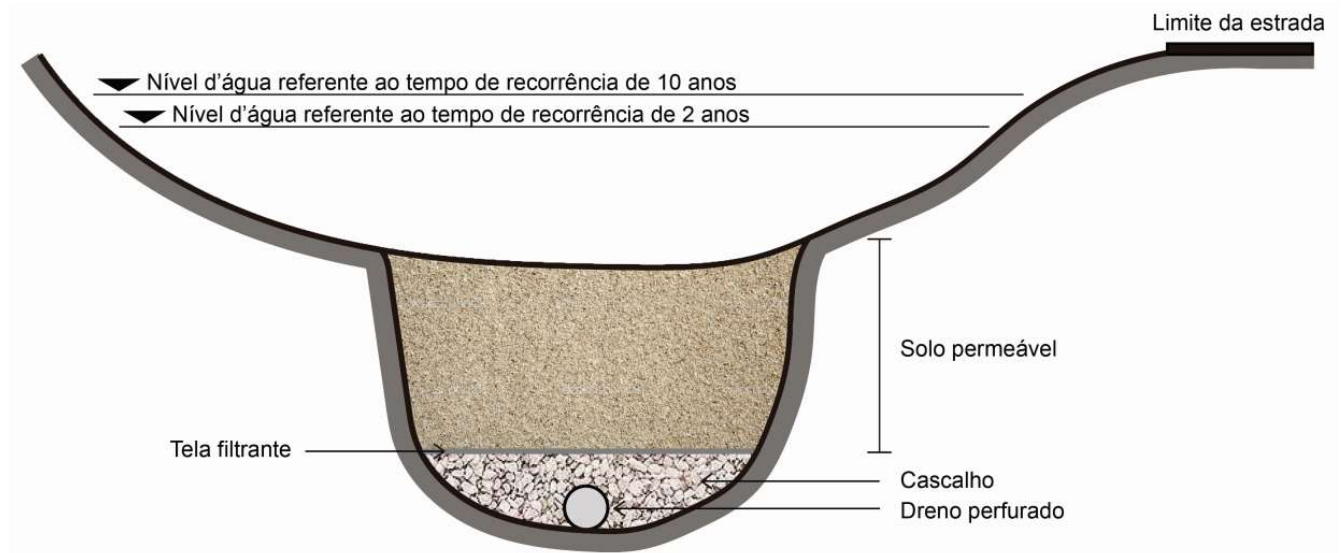
Vala de Infiltração

- Dispositivos de drenagem lateral, muitas vezes utilizados paralelos às ruas e estradas.



Infiltração

Reservação

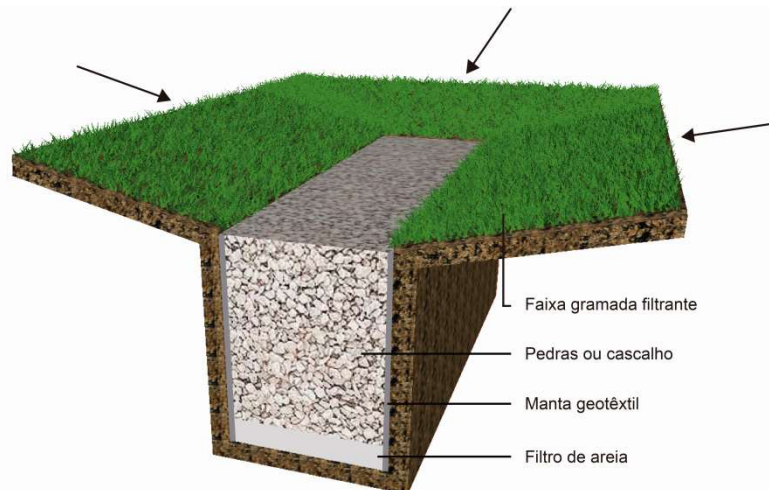


Trincheira de Infiltração

Infiltração

Reservação

- **Armazenamento da água por tempo suficiente para sua infiltração no solo**, tendo bom desempenho na **redução dos volumes escoados e das vazões máximas de enchentes**.
- Propicia a **recarga do lençol freático**, preservando a **vazão de base**, também funcionando como um **dispositivo de tratamento da qualidade de água do escoamento superficial**, permitindo remoção de até 80% dos sólidos em suspensão (AMEC, 2001).



(a) Trincheira de infiltração



(d) Vala de infiltração

Orientações para novos loteamentos

- **Identificação de regulamentação** de zoneamento urbano, uso do solo, índices urbanísticos e outras leis aplicáveis ao projeto, inclusive leis ambientais pertinentes.
- **Avaliação preliminar do empreendimento**, considerando a densidade construtiva proposta, as taxas de ocupação (e, eventualmente, de impermeabilização), a hierarquia, as dimensões mínimas de vias, entre outras características urbanísticas, **estimando a possibilidade de geração de escoamentos superficiais e produção de sedimentos**, que **precisarão ser controlados** e cujo resultado precisa ser objeto de manejo, para não causar impactos com potencial de agravar inundações.

Orientações para novos loteamentos

- **Identificação de limites aceitáveis de modificações a serem introduzidas no ambiente natural**, para materialização do ambiente construído, ou seja, avaliar a bacia natural, como unidade de projeto e identificar os limites impostos por esta.
- **Definição das áreas a serem protegidas e as condições que guiarão** os desenvolvimentos futuros.
- **Redução** de modificações da superfície do solo.

Orientações para novos loteamentos

- **Utilização de características naturais do terreno (caminhos preferenciais de escoamento), ao invés de propor drenos artificiais**, minimizando a remoção de vegetação e desconectando áreas impermeáveis do sistema de drenagem, de forma a favorecer todas as oportunidades de infiltração.
- **Minimização da impermeabilização do solo**, por meio do uso de técnicas como telhados verdes, pavimentos permeáveis e jardins de chuva.

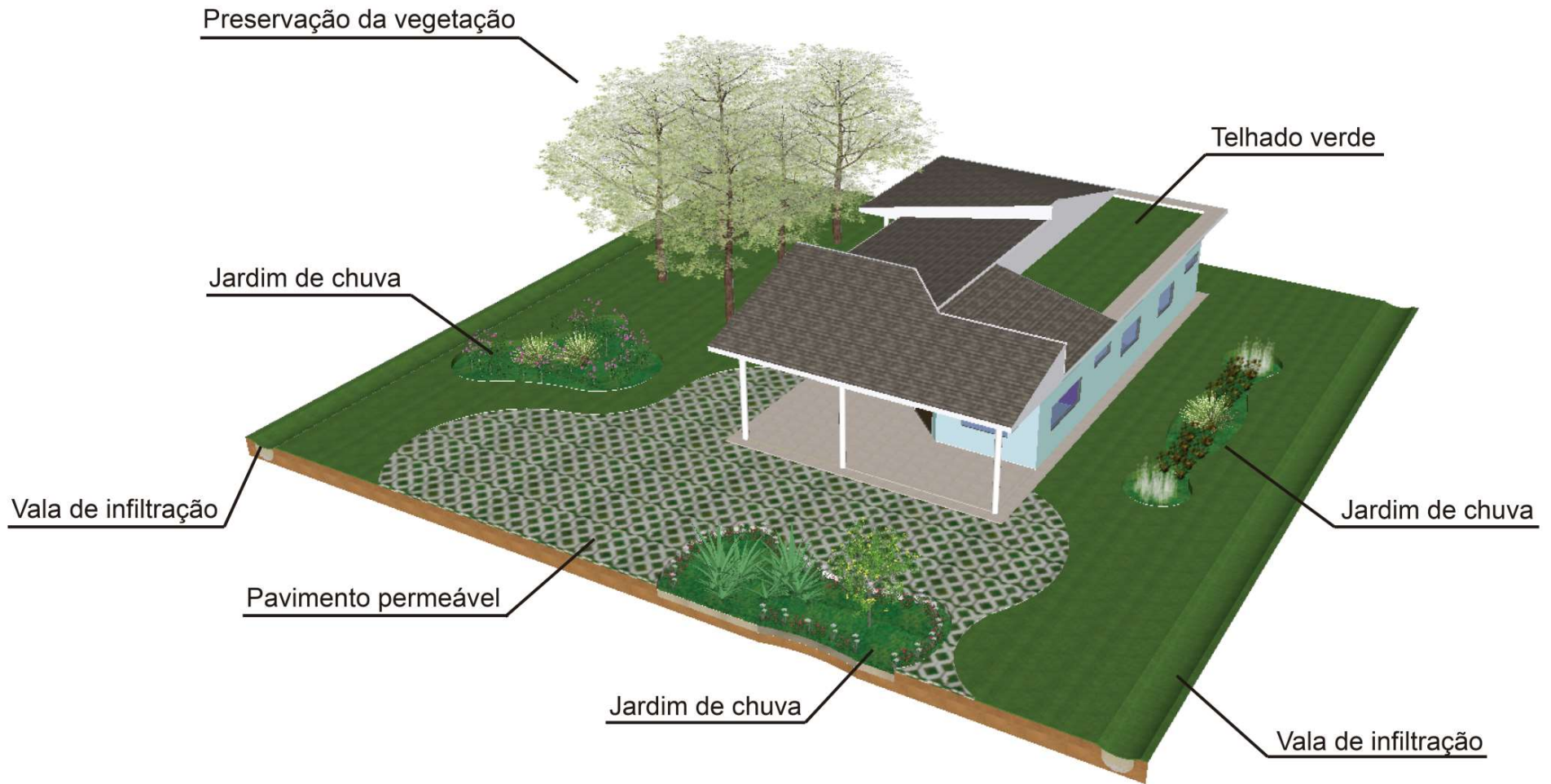
Orientações para novos loteamentos

- **Utilização de aspectos hidrológicos como um elemento de projeto**, mantendo, sempre que possível, a **preservação de características hidrológicas naturais**, controlando a geração de excesso de escoamento e aumentando o caminho dos escoamentos superficiais excedentes, assim como integrando esses aspectos hidrológicos com as paisagens urbanas.

Orientações para novos loteamentos

- **Definição de locais favoráveis para parques, praças e áreas verdes** que possam atuar como paisagens multifuncionais agregando funções de armazenamento, **integrando funções hidrológicas nas paisagens urbanas.**
- **Desenvolvimento de práticas de gestão integrada para tornar o desenvolvimento de baixo impacto efetivo.**

Lote urbano com emprego de técnicas de baixo desenvolvimento hidrológico



Obrigada!